

Zeitschrift
für

Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Herausgegeben

von

Professor Dr. Hans Blunck

Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.

49. Band. Jahrgang 1939. Heft 10/11.

Bezugspreis: *RM* 40.— jährlich.

Es erscheinen jährlich 12 Hefte im Gesamtumfang von 40 Druckbogen (= 640 Seiten).

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S., Olgastraße 83.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Briefe, Manuskripte, Drucksachen usw.) sind zu richten an:
Professor Dr. H. Blunck, Bad Godesberg, Wendelstallallee 4, Fernruf Bad Godesberg 2338.

Inhaltsübersicht von Heft 10/11.

Originalabhandlungen.

	Seite
Winter, Gerhard, Der Einfluß der physikalischen Bodenstruktur auf den Infektionsverlauf bei der Ophiobolose des Weizens. Mit 1 Abbildung und 14 Tabellen	513—559
Hart, Helen und Becker, Hanna. Beiträge zur Frage des Zwischenwirtes für <i>Puccinia glumarum</i> . Mit 1 Tabelle	559—566
Wenzl, Hans, Echter Mehltau auf <i>Cyclamen persicum</i>	566—567

Mitteilungen.

Kovachevsky, Iv. Chr., Die Blattfleckenkrankheit der Paprikapflanze in Franz. Marocco	567
---	-----

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes. Buchwald, N. Fabritius 568 Junk, W. 568	Saunderson, W. R and Cairns, H. 571 ten Houten, J. G. 572 Raabe, A. 572
II. Nicht-infektiöse Krankheiten und Beschädigungen. Mc Cool, M. und Johnson, N. A. 568 Brandenburg, E. 568	V. Tiere als Schaderreger. Malenotti, E. 573 Becker, G. 573 Whitney, R. J. 573 Mühlsteph, W. 573 Roos, K. 574 Hering, M. 574 Dill, W. 574
IV. Pflanzen als Schaderreger. Barbacka (Mme K.) 570 Cralley, E. M. and Tullis, E. C. 571 Lohwag, K. 571	VIII. Pflanzenschutz. Trappmann, W. 575

Soeben ist erschienen:

Geschichte der deutschen Landwirtschaft

(bis zum Ausbruch des Weltkrieges 1914) unter besonderer Berücksichtigung der technischen Entwicklung der Landwirtschaft. Von Dr. Richard Krzymowski, em. ord. Professor an der Universität Breslau. Mit 43 Abbildungen. Preis in Leinen geb. *RM* 12,—.

Eine einzigartige Gesamtübersicht über die technische Entwicklung der Landwirtschaft von den Urzeiten an bis zur Neuzeit gewährt vorliegende Neuerscheinung. Sie muß jeden in der Landwirtschaft Tätigen ungemein fesseln, darüber hinaus aber — bei der allgemeinen Bedeutung unserer Landwirtschaft und bei dem engen Zusammenhang zwischen Landwirtschafts- und Kulturgeschichte — jeden geschichtlich Interessierten, kurzum: jeden Gebildeten überhaupt.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S., Olgastraße 88.

ZEITSCHRIFT

für

Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)

und

Pflanzenschutz

49. Jahrgang.

Oktober/November 1939

Heft 10/11.

Originalabhandlungen.

Der Einfluss der physikalischen Bodenstruktur auf den Infektionsverlauf bei der Ophiobolose des Weizens.

Von Gerhard Winter.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.
Direktor Professor Dr. H. Blunck.)

Mit 1 Abbildung und 14 Tabellen.

	Seite
A. Einleitung	513
B. Methodisches	517
a) Allgemeines	517
b) Infektion und Bonitierung	518
c) Prüfung der Methodik	520
C. Die Bedeutung der Bodenstruktur	525
a) Allgemeines	525
b) Die Maskierung des Einflusses der Bodenstruktur im Freiland	526
c) Gefäßversuche	531
1. Nachweis der infektionshemmenden Wirkung der Bodenfestigung	531
2. Bodenfestigung und Bodendurchlüftung	536
3. Der Einfluß der Bodenart und der Sterilisation auf den Festigungsquotienten	539
d) Freilandversuche	547
D. Zusammenfassung	552

A. Einleitung.

Der Einfluß bestimmter Umweltfaktoren auf die Entwicklung saprophytischer oder pathogener bodenbewohnender Pilze am natürlichen Standort, d. h. im nicht sterilisierten Boden, ist bisher kaum einer exakten Untersuchung zugänglich gewesen. Das beruht bei den

saprophytischen Pilzen, bzw. der saprophytischen Phase parasitischer Pilze, vor allem auf den Schwierigkeiten, die sich einer Messung des Pilzwachstums im natürlichen Boden entgegenstellen. Die Verwendung sterilisierter Erde oder künstlicher Nährmedien macht diesen Schwierigkeiten nur scheinbar ein Ende. Denn die Wirkung der jeweils untersuchten Faktoren hängt in der Regel von dem Ausmaß und der Gruppierung der übrigen wirksamen Komponenten ab [vgl. McKinney (1923, Fig. 4 und 5), Lundegårdh (1924a und 1924b, 1925, S. 7—8) und Harder (1921)]. Das Interesse des Phytopathologen gilt aber letzten Endes nicht der Bedeutung der Umweltfaktoren unter beliebigen Verhältnissen, sondern ausschließlich ihrer Wirkungsweise am natürlichen Standort. Für die parasitische Phase von Bodenpilzen bietet zwar die Schätzung der durch sie verursachten Krankheitsbilder einen, wenn auch zumeist subjektiven, Maßstab für die Wachstumsintensität des Parasiten, doch verdeckt die Beeinflussung der Resistenz der Wirtspflanze durch das Milieu nur zu leicht die wahren Beziehungen zwischen Pilz und Boden. Es kommt hinzu, daß der Parasit innerhalb der Pflanze den unmittelbaren Einflüssen der Umwelt weitgehend entzogen ist.

Die Untersuchung der Wachstumsgeschwindigkeit der parasitischen Phase von *Ophiobolus graminis* als Funktion edaphischer und biotischer Faktoren bietet, abgesehen von der praktischen Bedeutung dieser Zusammenhänge, Gelegenheit, diesen für die parasitische oder saprophytische Phase anderer Pilze geltenden Komplikationen aus dem Wege zu gehen. Eine Anzahl für die Ökologie der bodenbewohnenden Pilze grundlegender Probleme können an diesem Objekt unter natürlichen Verhältnissen, d. h. im unsterilen Erdboden, untersucht werden.

Diese Sonderstellung beruht zunächst auf der Differenzierung des parasitierenden Myzels von *Ophiobolus graminis* in die sogenannten runner hyphae (Garrett 1934a, S. 667) oder macrohyphae (Fellows, 1928b, S. 649) und die infection hyphae (Garrett l. c.) oder microhyphae (Fellows, l. c.). Die „Laufhyphen“ wachsen auf der Oberfläche der Wurzeln und entsenden die „Infektionshyphen“ in das Innere der Wirtspflanze. Nach den Untersuchungen Garrett's (1936), die ich bestätigen kann, erfolgt die Ausbreitung des Pilzes von der Infektionsstelle aus nur mit Hilfe der Laufhyphen. Die Infektionshyphen sind zu keinem stärkeren Wachstum in der Längsrichtung der Wurzel befähigt. Da somit die Grenze der Verbreitung der „runner hyphae“ zugleich die maximale Ausdehnung der Wurzelinfektion kennzeichnet, gibt die Messung des von der Infektionsstelle aus längs der Wurzel erfolgten Wachstums der Laufhyphen einen objektiven Maßstab für die Entwicklung des Parasiten (Garrett 1934a, S. 667). Ferner ist ersichtlich, daß auch das Myzel der parasitischen Phase von *Ophiobolus graminis* in seinen eigentlichen Ausbreitungsorganen, den Laufhyphen, den Ein-

flüssen des Bodens unmittelbar ausgesetzt ist. Seine Entwicklung wird daher in einem Maße direkt von den Außenfaktoren abhängen, wie es sonst nur für saprophytische Bodenbewohner die Regel ist. Während der Einfluß der Umwelt auf die Saprophyten im natürlichen Boden aber durchweg keiner direkten messenden Untersuchung zugänglich ist, erlaubt in diesem Fall die Beschränkung des Hyphenwachstums auf die Wurzeloberfläche eine genaue Kontrolle der Entwicklung des Myzels.

Weiterhin beeinflussen nach den Beobachtungen Garrett's (1934a) Änderungen der Ernährung die Resistenz des Weizens gegenüber *Ophiobolus graminis* nicht. Ebenso beobachteten Weigert und Weizel (1936, S. 144), daß durch verschiedene Düngung des Weizens zwar der durch die Krankheit verursachte Ertragsausfall, nicht aber das Ausmaß der Infektion beeinflußt werden kann. Die jeweils gemessenen Wachstumsintensitäten längs der Wurzel stellen also nicht die Resultanten einer komplizierten Wechselwirkung von Umwelt, Wirtspflanze und Parasiten dar, sondern sie sind als einfacher Ausdruck der unmittelbaren Beziehungen von Umwelt und Parasit zu werten. Damit verbindet die parasitische Phase von *Ophiobolus graminis* für die exakte wissenschaftliche Analyse den Vorzug unmittelbarer Zusammenhänge zwischen Pilz und Boden, wie sie sonst nur für saprophytische Bodenorganismen zu erwarten sind, mit der Möglichkeit, die Auswirkung der Umweltfaktoren an Hand der Wachstumsintensität der Laufhyphen messend zu verfolgen.

Dieses Zusammentreffen günstiger Momente ist um so wichtiger, als die Ophiobolose mit dem Nachweis der Schutzwirkung verschiedener Bodentypen und der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Schutzwirkung und Edaphon durch Moritz (1931a, 1931b, 1932a, 1932b, 1933) eine grundsätzliche Bedeutung für die Probleme des epidemischen Auftretens von parasitischen Bodenpilzen und den „Massenwechsel“ von Bodenpilzen schlechthin erhalten hat. Zwar ist vorher [Hartley (1921), Henry (1931), Millard und Taylor (1927), Sanford (1926), Sanford und Broadfoot (1931)] und nachher [Weindling (1932, 1934a und 1934b), Weindling und Fawcett (1936), Tims (1932), Bisby, James und Timonin (1933), Greaney und Machacek (1935), Endo (1935), Allen und Haenseler (1935) und van Eek (1937)] im Gefäßversuch der hemmende oder fördernde (van Eek 1937) Einfluß des Edaphons oder einzelner Mikroorganismen auf den Verlauf künstlicher Infektionen mit bodenbewohnenden Pflanzenparasiten beobachtet. Der Nachweis der Begrenzung des natürlichen Areals von *Ophiobolus graminis* durch das Edaphon stellt bisher aber etwas Einmaliges dar.

Angesichts der überraschenden Wirkung der Bodenmikroben suchte man die Ophiobolose vor allem durch eine qualitative und quantitative

Beeinflussung des Edaphons mittels Humuszufuhr und die Krümelstruktur des Bodens begünstigender Kulturmaßnahmen, mit einem Wort durch Herstellung einer guten Bodengare, niederzuhalten. Hierbei wurde nur zu leicht übersehen, daß *Ophiobolus graminis* nicht nur unter dem Einfluß der Bodenmikroorganismen steht. Es wird vielmehr jede Änderung des physikalisch-chemischen Aufbaues des Bodens, welche die Entwicklung des Edaphons fördert und daher auf mittelbarem Wege das Auftreten der Ophiobolose hemmt, gleichzeitig eine direkte Wirkung auf *Ophiobolus graminis* ausüben, die unter Umständen die indirekte, über das Edaphon verlaufende Hemmung des Parasiten völlig verdeckt und in einer Steigerung der Kalamität in Erscheinung tritt. Diese Möglichkeit mußte um so leichter übersehen werden, als nach den Untersuchungen Henry's (1932) über den Einfluß der Temperatur auf den Befall von Weizen durch *Ophiobolus graminis* in sterilem und unsterilem Boden den mittelbaren unter Einschaltung des Edaphons verlaufenden Reaktionsketten scheinbar weitaus der Vorrang gebührt. Während nach den Untersuchungen Henrys der unmittelbare Einfluß der Temperatur auf den Pilz in sterilem Boden ein Infektionsoptimum bei 27 ° C zeitigt, zwingt die mittelbare, an das Edaphon gebundene Wirkung dieses Faktors in unsterilem Boden die Infektion oberhalb 18 ° C durch die mit ansteigender Temperatur erfolgende Aktivierung der Mikroflora zu steilem Abfall.

Zunächst ist es die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, den Einfluß dreier ökologisch und damit praktisch bedeutsamer Faktoren für das Auftreten der Ophiobolose, nämlich der Bodenfeuchtigkeit, Bodendurchlüftung und Temperatur im Zwielfichte dieser doppelten — mittelbaren und unmittelbaren — Abhängigkeit zu prüfen. Unter diesem Gesichtswinkel erhält die Frage nach der Art der Beziehungen zwischen dem Edaphon und der parasitischen Phase von *Ophiobolus graminis* ein besonderes Interesse. Eine praktische Nutzung dieser im natürlichen Boden anscheinend häufigen „antagonistischen“ oder „synergistischen“ Erscheinungen wird nur bei genauer Kenntnis des Ablaufs solcher Vorgänge möglich sein. Darüber hinaus kommt der Erkenntnis der Mittel, deren sich die Natur bei der Auslösung antagonistischer oder synergistischer Effekte im natürlichen Boden bedient, für die Ökologie der Bodenpilze schlechthin grundsätzliche Bedeutung zu.

In vorliegenden Untersuchungen wird neben grundlegenden methodischen Fragen der Einfluß der Bodenstruktur abgehandelt. In weiteren Veröffentlichungen gedenke ich die Bedeutung des Antagonismus, der Bodenfeuchtigkeit und Temperatur für den Infektionsverlauf darzustellen.

B. Methodisches.

a) Allgemeines.

In Anbetracht der starken Abhängigkeit der Ophiobolose von der Bodenstruktur und Bodenfeuchtigkeit mußte der Konstanz dieser Faktoren besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Bei langfristigen Versuchen in größeren Gefäßen sind diese Faktoren, namentlich eine lockere Bodenstruktur, nur schwer innerhalb der erforderlichen Grenzen konstant zu halten. Nach dem Vorgange Garrett's (1934a) wurde diesen Schwierigkeiten durch Verwendung kleiner Batteriegläser (100 mm × 75 mm) in kurzfristigen Versuchen von nur 14 bis 16 Tagen Dauer aus dem Wege gegangen. Die Verdunstungsverluste wurden durch Bedecken der Gläser mit Hälfen von Petrischalen und Herstellung einer feuchten Atmosphäre in der Umgebung auf ein Minimum beschränkt. Die geringen erforderlichen Mengen lufttrockener Erde lassen sich gleichmäßig mit dem Wasser mischen. Die Herstellung und vor allem die Erhaltung einer einheitlichen lockeren oder festen Bodenstruktur bereitet keine Schwierigkeiten, zumal ein Nachfüllen von Verdunstungswasser, das nur zu leicht die gleichmäßige Lagerung lockeren Bodens vernichtet, sich erübrigt. Es wird zunächst die Wasserkapazität des Bodens bestimmt, und der Boden für eine Serie von 4 Gläsern (= 1500 g) mit der erforderlichen Wassermenge gemischt. Zur Erzielung einer lockeren Bodenstruktur läßt man die angefeuchtete Erde zwischen den Fingern, fein zerkrümelt, in die Gefäße gleiten. Eine gleichmäßig feste Struktur wird leicht durch Andrücken des Bodens mittels eines glatt abgeschnittenen Holzstabes von 20 mm Durchmesser erzielt.

Für den Fall der „Sterilisation“ empfiehlt es sich, die Gefäße nicht im Autoklav unter erhöhtem Druck, sondern im strömenden Dampf zu erhitzen. Im Autoklav zerspringen die Gefäße mit Erde höherer Bodenfeuchtigkeit bei 0,5—2,0 Atmosphären, zumal wenn der Boden gefestigt ist, mit Sicherheit. Desgleichen ist der Wasserverlust in den Gefäßen nach dieser Behandlung außerordentlich hoch. Die Bedenken, die gegen eine solche nachträgliche Zugabe von Wasser, namentlich zu lockerem Boden, bestehen, sind bereits erwähnt. Beide Mängel lassen sich durch Sterilisation in strömendem Dampf beseitigen, zumal wenn der Wasserverlust durch Einstellen der Gefäße in den bereits kochenden Dampftopf und Abkühlen in demselben weiterhin herabgesetzt wird. Die Gewichtsverminderung infolge der Sterilisation betrug bei verschiedenstem Feuchtigkeitsgehalt pro Gefäß (400—500 g lufttrockener Erde enthaltend) nur 0,5—2 g, und der gesamte Wasserverlust nach 14tägiger Versuchsdauer stellte sich gegenüber dem Ausgangsgewicht vor der Sterilisation nur auf 2—4 g.

Zur Infektion wurden Einsporkulturen von *Ophiobolus graminis* verwandt, die seit 1936 auf 2% igem Biomalzagar bei Zimmertemperatur im Dunklen gehalten wurden. Sämtliche 35 Isolationen entstammten einer wenige Quadratmeter großen Fläche in einem kranken Weizen-schlag. Gleichwohl zeigten sich bereits 4 Wochen nach der Isolation alle Schattierungen von schwacher zu stärkster Pathogenität [vgl. Padwick (1936)]. Nicht selten wurde eine allmähliche Abnahme der Pathogenität beobachtet, die innerhalb weniger Monate zu ihrem völligen Verlust führen konnte. In allen Kulturen, mit Ausnahme von Stamm S 30, klang die anfangs außerordentlich starke Fähigkeit zur Bildung dunkler Hyphen langsam ab. Beziehungen zwischen dem Verlust der Pathogenität und der Entfärbung bestehen nicht (vgl. Bußmann 1936, S. 574). Nicht selten wurde auf Petrischalen das Auftreten von Sektorialmutanten beobachtet, das für *Ophiobolus graminis* bisher nicht beschrieben ist. Platten mit derartiger Sektorenbildung wurden bei Infektionen mit Agarscheibchen (S. 520) stets ausgeschaltet. Die zur Untersuchung verwendeten Substrate waren entweder ein feinkörniger, mit Nährlösung getränkter Sand, eine humusreiche Komposterde, mittelschwerer Rheintallehm vom Versuchsfelde des Instituts oder Mischungen der Humuserde oder des Lehmes mit Sand.

b) Infektion und Bonitierung.

Ob die unter Einhaltung der erwähnten Maßregeln experimentell für die Stärke der Infektion erhaltenen Werte ein wirkliches Abbild der natürlichen Verhältnisse darstellen, hängt weiterhin insbesondere von der Art der Infektion und der Bonitierung der durch die Infektion verursachten Schäden ab.

So wird die Bedeutung der Arbeiten von McKinney und Davis (1925), Brömmelhues (1935), Müller-Kögler (1938) u. a. durch die Anwendung großer Mengen myzeldurchwachsender, sterilisierter Getreidekörner, die mit der obersten Bodenschicht gemischt (McKinney und Davis) oder in einer Schicht unter der Oberfläche ausgebreitet wurden, stark beeinträchtigt (vgl. Garrett 1934a, S. 801 und S. 802). Denn eine Zersetzung dieser eiweißreichen Substanzen durch Bodenorganismen in unmittelbarer Nähe des Pilzes muß zu antagonistischen Wirkungen führen, wie sie in dieser Stärke und Form in der Natur niemals auftreten können. Auch das von Schaffnit und Lüdtke (1932) bei Verwendung verpilzter Getreidekörner beobachtete Auftreten den Weizen schädigender Stoffwechselprodukte läßt gewisse Bedenken gegen dieses Verfahren aufkommen. Zudem wird unter diesen Bedingungen nicht der Einfluß der Umweltfaktoren auf das parasitierende Myzel, sondern vor allem ihre Bedeutung für die Erhaltung des Infektionsmaterials im Boden erfaßt (s. u.). Die Anwendung geringfügiger Mengen von myzel-

durchwachsenen Haferspелzen (5 g je Topf) als Infektionsmaterial durch Russell (1934) muß unter diesem Gesichtswinkel als ein wesentlicher Fortschritt angesehen werden. Jedoch erst die konsequente Durchführung der Infektion mittels kleiner, unter den Samen gelegter, myzel-durchwachsender Agarstückchen genau bestimmter Größe (Garrett 1934a, S. 802), wie sie ähnlich bereits von Russell — leider nur für einige Vorversuche — angewandt wurde, hat die geschilderten Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt.

Nicht minder schwierig war eine objektive Schätzung der Infektionsstärke. McKinney und Davis berechneten die „infection ratings“ getrennt für die Wurzelinfektion, die Halmbasenbeschädigungen und den Gesundheitszustand der ganzen Pflanze (leaf and stem blight) auf Grund einer mit der Stärke der lokalen Infektion, bzw. des allgemeinen Krankheitszustandes, ansteigenden Punktzahl. In ähnlicher Weise bestimmt Russell seine „disease rate“. Er sucht jedoch durch Berücksichtigung des Größenverhältnisses der infizierten Pflanzen und der Kontrollen, die Objektivität der Schätzung zu verstärken. Desgleichen scheint das Verfahren von Broadfoot (1934), das bei der Berechnung der infection ratings gleichzeitig den Befall von Halmgrund und Wurzeln berücksichtigt, namentlich für Freilandversuche (Messungen an ausgereiften Pflanzen) einen weiteren Fortschritt zu bedeuten. Wie weit aber diese und andere Methoden (Brömmelhues) von der Möglichkeit objektiver Messungen entfernt sind, zeigt das Fehlen fast jeglicher Übereinstimmung zwischen den von verschiedenen Forschern oder sogar von demselben Autor in verschiedenen Versuchen erzielten Ergebnissen. Den entscheidenden Schritt tat auch hier Garrett (1934a, S. 667), indem er die durch zahlreiche subjektive Momente beeinflussten bisherigen schätzenden Methoden durch die Messung des Längenwachstums der Laufhyphen längs der Wurzeln ersetzte. Ein besonderer Vorzug dieses Verfahrens ist die Abkürzung der Versuchsdauer auf 10—16 Tage. Denn während nach dieser Zeitdauer schon deutliche Wachstumsunterschiede des Pilzes an den Wurzeln zu beobachten sind, scheint zur zuverlässigen Schätzung mit bloßem Auge sichtbarer Beschädigungen an der Halmbasis usw. eine Versuchsdauer von 3 bis 4 Wochen erforderlich zu sein (s. S. 11). Eine Durchführung der Versuche über diesen Zeitraum bei konstanter Bodenstruktur, gleichbleibender Bodenfeuchtigkeit, ohne nachträgliche Wasserzugabe usw., stößt auf erhebliche Schwierigkeiten. Desgleichen würde sich bei langfristigen Versuchen mit „sterilisierter“ Erde eine allmähliche Neubildung antagonistischer Stoffwechselprodukte (vergl. die folgenden Veröffentlichungen) unangenehm bemerkbar machen.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde daher auf die, allerdings etwas abgeänderte, Methode von Garrett zurückgegriffen: In

Petrischalen von 10 cm Durchmesser werden 10 ccm eines Biomalzagars (2% Biomalz + 2% Agar) hineinpipettiert. 8 Tage nach der Impfung ist der Agar bis an den Rand mit *Ophiobolus graminis* bewachsen und wird nun mit einem Korkbohrer in Stückchen von 6,5 mm Durchmesser aufgeteilt. In die Erde der Versuchsgefäße werden mit einem Glasstab von 7 mm Durchmesser je zehn 13 mm tiefe Löcher gebohrt. Nachdem das Agarstückchen mit dem gleichen Glasstab auf den Grund des Loches gedrückt ist, wird der 24 Stunden vorgekeimte Same mit seinem Keimende auf die Mitte des Agars gelegt, sodaß die Wurzeln diesen durchwachsen müssen. Je nach der angestrebten Bodenstruktur wird der Same dann locker oder fest bedeckt. Nach 14—16 Tagen werden die Pflanzen mitsamt den Wurzeln vorsichtig aus dem Boden herausgespült und bis zur weiteren Untersuchung in Petrischalen mit 96% igem Alkohol gelassen. Die drei ältesten Keimwurzeln, die zu gleicher Zeit austreiben, werden am Samen abgeschnitten, und an ihnen wird mit dem Binokular (64×) auf weißem Untergrund festgestellt, wieweit die dunklen, leicht sichtbaren „runner hyphae“ an der Wurzel heruntergewachsen sind. Dort wird die Wurzel abgeschnitten, und ihre Länge, d. h. die Ausdehnung des Pilzwachstums, bestimmt.

c) Prüfung der Methodik.

Selbstverständliche Voraussetzung einer Brauchbarkeit der geschilderten Methode ist der Nachweis, daß die Ausbreitung der Laufhyphen mit der Ausbreitung der Infektion übereinstimmt (vgl. S. 5/4). Dennoch könnten Schwankungen in der Dichte der „runner hyphae“, der Zahl der „infection hyphae“ und deren unterschiedliches Vermögen, die Zellwände des Wirtes zu durchdringen, auf das Ausmaß der Krankheit, d. h. der durch Störung der Leitungsbahnen verursachten Schädigung, einen erheblichen Einfluß ausüben. Es sind das aber Faktoren, die bei der Bestimmung der Infektionsstärke mittels der Methode Garrett's nicht erfaßt werden.

Bereits Garrett selbst (1934a) hat sich daher mit der Frage befaßt, ob die Wachstumsintensität der Laufhyphen tatsächlich ein exaktes Maß für die Stärke der Infektion bildet. Er weist zunächst darauf hin, daß Gregory und Horne (1928) und Bonde (1929) die Pathogenität von Apfelfäulnis erregenden Pilzen, bzw. von *Alternaria solani*, durch Messung ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit in dem Wirtsgewebe bestimmt haben. Gleichsinniger Methoden haben sich auch Brooks und Cooley (1928) und Lauritzen (1929) bedient. Vergleichende Untersuchungen von Garrett (1934a) über den Einfluß der Temperatur mit Hilfe seiner Methode und dem Verfahren von McKinney und Davis (l. c.) erbrachten nach Garrett's Ansicht (S. 803) im wesentlichen übereinstimmende Resultate. Doch scheint diese Schlußfolgerung

Garrett's nicht ganz gerechtfertigt, wenn man bedenkt, daß er nicht die „infection ratings“, sondern den Prozentsatz der infizierten Wurzeln, Halmbasen und der welken Pflanzen bestimmte, also eine Methode benutzte, die auf völlig anderen Voraussetzungen basiert. Eine Abstufung der Infektionsstärke, wie sie mit den „infection ratings“ erreicht wird, ist bei Berechnung der „percentage infection“ nämlich nicht möglich. Diese Tatsache macht sich besonders bemerkbar, sobald alle Wurzeln oder Halmbasen erkrankt sind. In diesem Fall wird selbst bei stärksten Unterschieden in der Infektionsstärke der Prozentsatz der kranken Pflanzen stets der gleiche sein. Diese Erscheinung drückt sich besonders in dem Verlauf der Kurve für die Wurzelinfektion als Funktion der Temperatur (Garrett 1934a, S. 800, Fig. 3d. Die Bezeichnung für roots and leaf-blight sind, wie ein Vergleich mit der Tabelle III zeigt, verwechselt) sehr deutlich aus, da auch nach unseren Erfahrungen bei künstlicher Infektion fast stets alle Wurzeln befallen werden. Die Kurve für die Wurzelinfektion auf Grund der „percentage infection“ verläuft daher zu flach und meist parallel der Abszisse und wird der mit Hilfe von Wachstumsmessungen des Pilzes an den Wurzeln gewonnenen Funktion völlig unähnlich.

Bei der grundsätzlichen Bedeutung dieser Frage waren daher eigene Untersuchungen unumgänglich. Nach den Untersuchungen von Müller-Kögler besteht hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Hauptgetreidearten gegen *Ophiobolus graminis* folgende Abstufung der Anfälligkeit: „Weizen ist äußerst stark, Gerste stark anfällig, Roggen zeigt eine ziemliche Widerstandsfähigkeit, und Hafer kann praktisch als unanfällig bezeichnet werden“ (Müller-Kögler 1934, S. 484). Ähnlich sagt Russell (1934, S. 20): „wheat is very susceptible, barley and rye are moderately resistant, while oats are very resistant“.

Eine Überprüfung dieser, auch durch Freilandbeobachtungen bestätigten Abstufung der Resistenz mit Hilfe von Garrett's Methode mußte zu einer eindeutigen Beurteilung ihrer Brauchbarkeit führen.

Weizen, Roggen, Hafer und Gerste wurden in der beschriebenen Weise mit *Ophiobolus graminis*, Stamm S 4, infiziert. Als Substrat diente ein feinkörniger, mit von der Cronescher Nährlösung bis zu 30% der maximalen Wasserkapazität gesättigter Sand.

Nach 16 Tagen ergab die Untersuchung des Pilzwachstums an den Wurzeln folgende Werte.

Die Unterschiede in der Resistenz werden durch das Längenwachstum der Laufhyphen also richtig wiedergegeben. Da sich, wie bereits ein Vergleich zwischen den beiden getrennten Versuchsreihen andeutet, in weiteren Versuchen die Länge der verpilzten Wurzelzone bei Einhaltung konstanter Bedingungen und Verwendung desselben

Tabelle I.

Substrat: Lockerer Sand mit Nährlösung. Versuchsdauer: 16 Tage. Stamm: S 4.

Wirtspflanze	1. Versuch		2. Versuch	
	Anzahl der untersuchten Wurzeln	Längenwachstum der Laufhyphen in mm	Anzahl der untersuchten Wurzeln	Längenwachstum der Laufhyphen in mm
Weizen	40	52,9	56	53,8
Gerste	52	39,6	49	39,2
Roggen	44	24,1	60	25,7
Hafer	43	9,6	52	8,2

Stammes als eine konstante Größe erwies, darf sie als Maßstab der Infektion dienen.

Eine vergleichende Untersuchung der Pathogenität von 19 Einspor-kulturen von *Ophiobolus graminis* an Winterweizen mit Hilfe der Methode Garrett's und makroskopischer Beurteilung der Infektion gab weiteren Aufschluß über den Wert beider Verfahren. Da nach den Unter-suchungen McKinney's und Davis (1925, S. 834—836, Fig. 1—4) und Fellows (1938) die makroskopisch erfaßte Infektionsstärke an Wurzel, Halmbasis und Krone und das Auftreten von Welkeerscheinungen unter-einander parallel gehen, genügte die Beurteilung der an einem dieser Organe auftretenden Infektion. Folgende Abstufungen wurden bei der Schätzung der Infektionsstärke an der Halmbasis verwandt:

Keine	Schäden,
kaum	„
schwache	„
deutliche	„
starke	„

Die Pflanzen wurden mit Agarscheibchen infiziert (s. o.). Als Substrat diente wiederum ein feinkörniger, mit von der Cronescher Nährlösung bis zu 30% der maximalen Wasserkapazität gesättigter Sand. Nach 16 Tagen ergab sich das in Tabelle II festgehaltene Bild.

Ohne zunächst auf einzelne Unstimmigkeiten zu achten, läßt sich in groben Zügen eine Übereinstimmung zwischen den Resultaten beider Methoden feststellen. Unter Voraussetzung der oben bewiesenen Korre-lation zwischen der Länge der verpilzten Zone mit der Infektionsstärke und unter Berücksichtigung der Konstanz der Wachstumsgeschwindig-keit der Makrohyphen tritt jedoch die Überlegenheit der Methode Garrettts bei dieser kurzen Versuchsdauer sehr deutlich hervor. Er-hebliche Pathogenitätsunterschiede, wie sie z. B. zwischen A5 und

Tabelle II.

Substrat:

Versuchsdauer:

Lockerer Sand mit Nährlösung.

16 Tage.

Stamm	Stärke der Infektion an der Halmbasis	Wachstum des Pilzes an den Wurzeln in mm	Anzahl der untersuchten Pflanzen	Anzahl der untersuchten Wurzeln
S 23	keine	0	19	54
S 19	keine	0	19	54
S 16	keine	0	20	58
S 69	keine	22,7	18	40
A 5	keine	32,5	20	40
S 18	keine	0	18	55
S 30	keine	8,7	17	43
S 9	kaum	18,7	19	40
S 2	kaum	9,8	20	34
S 27	kaum	11,7	20	44
S 22	kaum — schwach . .	41,6	20	33
S 1	kaum — schwach . .	37,1	19	35
S 5	deutlich.	34,5	20	34
S 33	deutlich.	45,2	20	37
S 17	deutlich — stark . .	50,7	18	36
S 7	deutlich — stark . .	44,0	19	34
S 28	deutlich — stark . .	50,9	20	46
S 4	stark	55,0	20	41
S 24	stark	50,9	20	36

S16, S5 und S33 oder S9 und S2 bestehen, treten bei makroskopischer Beurteilung nicht in Erscheinung oder werden, wie ein Vergleich der Werte für A5 und S2 zeigt, unrichtig eingestuft.

Möglicherweise wird jedoch die makroskopische Schätzung der Halmgrundinfektionen bei Verlängerung der Versuchsdauer auf 3 bis 4 Wochen, wie sie McKinney und Davis (1925) einhielten, etwas exaktere Werte zeitigen. Denn wie auch Fellows (1938) betont, beginnt die Infektion an den Wurzeln, und deutliche Unterschiede in der Infektion der Halmbasen treten daher eventuell erst zu einem späteren Zeitpunkt auf. So erhielt auch Garrett (1934a) für das Auftreten von „leaf blight“ in Abhängigkeit von der Temperatur nach 28tägiger Versuchsdauer gute Übereinstimmung mit den entsprechenden Werten für die Länge der verpilzten Wurzelzone nach 14tägiger Versuchsdauer. Die Maskierung der durch den untersuchten Faktor hervorgerufenen tatsächlichen Wirkung, wie sie durch Einführung der „percentage infection“ in das Verfahren von McKinney verursacht werden kann (s. o.), macht sich hier nicht störend bemerkbar, da in keinem Falle sämtliche Pflanzen welken (vgl. S. 521). Es ist daher in Anbetracht der Parallelität zwischen dem Absterben der Pflanzen und der Infektions-

stärke an Halmbasis und Wurzel wahrscheinlich, daß Garrett bei Berechnung der „infection ratings“ statt der „percentage infection“ auch für die Wurzel- und Halmbasenbeschädigungen eine bessere Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen beider Methoden gefunden hätte.

Diese Annahme wird durch das Ergebnis der Untersuchungen Samuel's (vgl. Garrett 1934a S. 799) über die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Infektion bestätigt. Auch hier macht sich bei Berechnung der „percentage infection“ für die Halmbasenschwärzung, bzw. Wurzelinfektion das häufige Auftreten des Maximalwertes 100 störend bemerkbar, während die auf dem Prozentsatz der ausgebliebenen Pflanzen basierenden Werte zu besseren Ergebnissen führen.

In diesem Zusammenhang sei noch betont, daß nach meinen Erfahrungen eine, wenn auch nur annähernde Übereinstimmung zwischen den mit Hilfe der Methode Garrett's einerseits und einer Schätzung der Halmbasenschwärzung andererseits erzielten Ergebnissen nur bei konstanter Feuchtigkeit zu erwarten ist. Das Auftreten der Halmbasenschwärzung, also das Übergreifen des Pilzes auf die oberirdischen Teile, tritt nur bei hinreichender Luftfeuchtigkeit ein und ist um so stärker, je höher diese, d. h. also je feuchter der Boden ist. Dementsprechend ist der Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf die Stärke der Infektion, die durch den Grad der Wurzelzerstörung charakterisiert ist, durch eine Schätzung der Halmbasenschwärzung in der Regel nicht zu erfassen.

Von ausschlaggebender Bedeutung für eine Beurteilung der Methodik Garrett's ist folgende Überlegung. Unter natürlichen Verhältnissen erfolgt die Infektion nicht stets an der Halmbasis, sondern zumeist an irgendwelchen, von der Halmbasis mehr oder minder weit entfernten Stellen des Wurzelsystems. Wieviel nun von der infizierten Wurzel zerstört und wie rasch die Halmbasis erreicht wird, von der aus zentral alle Wurzeln an ihrer Basis abgeschnürt werden können, hängt von der Wachstumsgeschwindigkeit der „runner hyphae“ ab. Letztere ist somit auch rein ökologisch-biologisch gesehen von ausschlaggebender Bedeutung für die Höhe des Ertragsausfalles (vgl. S. 546).

Schließlich sei die auf Grund eingehender Beobachtungen gewonnene Ansicht von Simmonds, Russell und Sallans (1935, S. 698) hier wörtlich wiedergegeben: „The damage caused by root rots (gemeint sind: *Helminthosporium sativum*, *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Ophiobolus graminis*) to the host appears to be approximately proportional to the portion of the root systems destroyed“. Die Zerstörung des Wurzelsystems ist aber um so stärker, je rascher der Pilz sich auf den Wurzeln ausbreitet.

C. Die Bedeutung der Bodenstruktur

a) Allgemeines.

Bereits in früheren Veröffentlichungen ist betont worden (Winter 1937, 1938), daß die Bedeutung bodenphysikalischer Einflüsse auf die Infektion des Weizens durch *Ophiobolus graminis* neben den biologischen Faktoren nicht übersehen werden darf. In diesem Zusammenhang muß insbesondere auf die aus Australien [Griffiths (1930, 1933), Samuel und Garrett (1933), Samuel (1923)], Kanada [Russell (1934)], Deutschland [Hoffmann (1932c), Schmidt (1933), Brüne und Janßen (1933), Wecks (1934), Schliephacke (1936)] und England [Samuel (1937)] bekannte Tatsache hingewiesen werden, daß eine übermäßige Lockerung des Saatbettes das Auftreten der Ophiobolose begünstigt. Es wird daher namentlich von australischer und neuerdings auch von deutscher Seite in diesem Zusammenhang auf die Notwendigkeit einer hinreichenden Festigung des Bodens durch den Gebrauch der Walze, des Untergrundpackers und die Anwendung von Druckrollen bei der Saat aufmerksam gemacht.

Diese Beobachtungen stehen, wie bereits früher betont wurde (Winter 1937, 1938), zunächst mit der Feststellung in Widerspruch, daß die Infektion des Weizens auf umgelegten Feldwegen, am Vorgehende und zumeist am ganzen Feldrande, also zumeist ungewöhnlich festen Stellen, bedeutend heftiger erfolgt [Samuel (1924), Meyer-Bahlburg (1932, S. 588), Bußmann (1933, S. 27), Moritz (1932a, S. 30, 1932b, S. 957)].

Bereits Samuel (1924) betont in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Gräsern, insbesondere *Hordeum murinum*, als Infektionsüberträgern am Feldrande. Meyer-Bahlburg (1932) rechnet mit der Möglichkeit einer stärkeren Übertragung der Krankheit durch die am Feldrande massenhaft wuchernde, stark anfällige Quecke. Schon die genannten Beobachtungen lassen vermuten, daß das gehäufte Auftreten der Ophiobolose in den angezogenen Fällen nicht auf der Festigung des Bodens, sondern auf seiner stärkeren Verseuchung beruht. Zur einwandfreien Klärung waren bei der praktischen Bedeutung dieser Fragen eine eingehendere Auseinandersetzung mit der vorliegenden Literatur und experimentelle Studien unumgänglich.

Einschlägige Untersuchungen waren um so dringlicher, als Moritz (1932a, S. 30, 1932b, S. 957) das von ihm beobachtete heftige Auftreten der Ophiobolose auf Erntewegen auf eine ungünstige Beeinflussung des Bodenzustandes durch die Festigung des Saatbettes zurückzuführen suchte. Es ist aber eine Frage von erheblicher praktischer Bedeutung, ob durch die festere Schichtung des Bodens eine Herabsetzung der schützenden Wirkung des Edaphons erfolgt, oder ob die eventuelle

Abnahme der biologischen Aktivität des Bodens durch einen hemmenden Einfluß der festeren Bodenstruktur auf den Pilz selbst überdeckt wird, wie es die eingangs genannten Arbeiten vermuten lassen.

b) Die Maskierung des Einflusses der Bodenstruktur im Freiland.

Die Bedeutung der Wildgräser für die Verseuchung des Bodens bzw. die Ausbreitung des Pilzes hängt weitgehend von der Frage ab, ob *Ophiobolus graminis* im natürlichen Boden zu saprophytischer Lebensweise befähigt ist.

Bereits Samuel (1923) weist auf die Möglichkeit hin, die Verseuchung des Bodens durch einjährige Schwarzbrache so gut wie ganz zu beseitigen. Desgleichen erreichte Broadfoot (1934, S. 104—108, Tabelle 5—14) durch Einschaltung von einjähriger Sommerbrache nach Anbau von Weizen eine Erhöhung des Ertrages gegenüber ununterbrochenem Weizenbau um 35% und eine Herabsetzung der Infektion in „infection ratings“ von 3,7 auf 1,9. Im gleichen Sinne berichten Blunck (1929) und Russell (1934, S. 56—57) über die günstige Wirkung der Schwarzbrache und Weigert und Weizel (1934, S. 256—258) über die günstige Vorfruchtwirkung von unkrautfreien Wegen bei Ophiobolosegefahr. Diese Beobachtungen sprechen gegen die Möglichkeit einer saprophytischen Lebensweise des Schwarzbeinigkeitserregers, wie sie in früheren Arbeiten [vgl. z. B. Kirby (1925, S. 30), Bußmann 1933, S. 18 und S. 39—40; Schaffnit 1930, S. 249; Moritz 1932a, S. 35 und Guyot 1924] in Übertragung der auf künstlichen Nährböden erhaltenen Resultate a priori angenommen wurde.

Weiterhin beobachtete Russell (1934, S. 30—32), daß geringe Mengen mit *Ophiobolus graminis* bewachsener Haferspелzen in einem vegetationslosen, sterilisierten Lehm-Sand-Gemisch (5 : 1) nach 2 Monaten bereits 40% und nach 12 Monaten 60% ihrer ursprünglichen Infektionskraft verloren hatten. In einer sterilisierten Mischung „of soddy earth and well rotted barnyard manure“ war die Infektionskraft nach 2 Monaten bereits um etwa 65% abgeschwächt, und nach 2 Jahren waren in beiden Bodenarten keine Anzeichen einer Gegenwart von *Ophiobolus*-Myzel mehr zu erkennen. Ebenso ging in Untersuchungen von Broadfoot (1933a, S. 489, Fig. 1) die Angriffskraft des Pilzes (10 g verpilzte Haferspелzen je Topf) in einem unsterilen Gemisch von 3 Teilen „black loam“ und einem Teil Sand in 50 Tagen um rund 60% und in dem entsprechenden sterilisierten Boden innerhalb derselben Zeit um 80% zurück. Da nur geringe Mengen nährstoffarmer, verpilzter Haferspелzen verwendet und auf diese Weise antagonistische Effekte vermieden wurden, wie sie bei der Verwendung verpilzter Getreidekörner zu erwarten sind, die rasch der Zersetzung anheim-

fallen, sind beide Untersuchungen als eine Bestätigung der genannten Freilandbeobachtungen anzusehen. Auf einwandfreier Methodik beruhen ferner die Erfahrungen Kirby's (1922), der in natürlich verseuchter Erde bei Aufbewahrung im Hause innerhalb von 8 Monaten einen völligen Schwund der Infektionskraft des Bodens beobachtete, und die Feststellung Padwick's (1935), der als Infektionsmaterial 50 g 17 Tage von *Ophiobolus graminis* durchwucherten, zuvor sterilisierten „black loam“ pro Topf benutzte, daß im unsterilen wie sterilisierten „black loam“ bei 25° C 8 Wochen nach Zugabe des Infektionsmaterials keine Anzeichen einer Verseuchung mehr zu erkennen sind. Schließlich beweisen die Untersuchungen Garrett's (1934a, S. 668) und einschlägige Erfahrungen des Verfassers eindeutig, daß *Ophiobolus graminis* in natürlichem Boden zu keinerlei aktivem saprophytischen Wachstum befähigt ist. Der Pilz befindet sich in Abwesenheit besiedlungsfähigen lebenden Substrates mit den Worten Garrett's (1936) vielmehr in seiner „pseudosaprophytischen“ Lebensphase, d. h. er liegt als zwar noch infektionsfähiges aber nicht aktiv lebensfähiges Myzel im Boden. Er ist daher, wie Garrett betont, nach Waksman (1931) der allmählichen Zersetzung durch die Mikroflora des Bodens unterworfen, die sich in einer stetigen Abnahme der Bodenverseuchung äußert.

Der Pilz ist also in seiner Verbreitung völlig auf seine Wirtspflanzen angewiesen. Es muß daher den Wildgräsern, sofern sie von dem Erreger der Schwarzbeinigkeit befallen werden, für die Erhaltung der Verseuchung während des Anbaues nicht anfälliger Früchte eine ausschlaggebende Bedeutung zukommen.

Die Anfälligkeit zahlreicher Wildgräser und Nutzgräser bei künstlicher Infektion mit Reinkulturen von *Ophiobolus graminis* wurde von Kirby (1925), Russell (1934), Padwick und Henry (1933) und Padwick (1935) einwandfrei nachgewiesen.

Es kann daher nicht überraschen, daß nach Samuel (1923, 1924), Rosen und Elliot (1923) und Bußmann (1933, S. 12) Weizen, der auf mehrjährige Weide folgt, besonders stark unter der Schwarzbeinigkeit leidet. Ebenso gelingt Broadfoot (1934, S. 106 und 108, Tabelle 11 und 15) und Russell (1934, S. 56) der Nachweis, daß Weizen, der auf „western rye grass“ folgt, schwer durch *Ophiobolus graminis* geschädigt wird. Der Ertrag ist nach Broadfoot (1934) nur um 5 bzw. 10% höher als bei dauernder Aufeinanderfolge von Weizen und Gerste bzw. ununterbrochenem Weizenanbau. Auch Padwick (1935, S. 587) und Russell (1934, S. 56) berichten, daß ältere Bestände von *Agropyrum tenerum*, einem kanadischen Futtergras und *Bromus inermis* für den nachfolgenden Weizen eine gefährliche Infektionsquelle darstellen. Ebenso kann nach Weigert und Weizel (1935, S. 302) *Lolium italicum* die Ursache schwerer Ophioboloseschäden der Nachfrucht sein. Weiter-

hin beobachteten Russell (1934, S. 15 und S. 56—57) und Putterill (1924), daß Weizen, der unmittelbar auf neukultivierter Prärie zu stehen kommt, die ersten Jahre bis zur Ausrottung der schwer zu bekämpfenden Gräser mit kriechendem Wurzelstock (*Agropyrum smithii*, *Bromus pumpellianus*, *Hierochloe odorata*) stark von der Ophiobolose in Mitleidenschaft gezogen wird. Schließlich berichten noch McKinney (1925), Kirby (1922), Fish (1927) und van de Laar (1930, S. 83—88) über den Befall einiger Gräser im Freiland.

Padwick (1935, S. 579) gelang der einwandfreie experimentelle Nachweis, daß Gräser, wie *Agropyrum tenerum*, *A. cristatum*, *A. repens* und *Bromus inermis*, eine bestehende Bodenverseuchung im Gegensatz zu vegetationslosem Boden über lange Zeit ungeschwächt zu erhalten vermögen. Diese Untersuchungen leiten bereits über zu den Arbeiten Padwick's (1935), Adam's und Colqhoun's (1936) und Fellows (1937a) über die Ausbreitung des Pilzes im Boden. Es gelang den genannten Autoren der Nachweis, daß der Pilz nur an den Wurzeln von Weizen oder anderen Wirtspflanzen den Boden zu durchdringen vermag! Und zwar war die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Pilzes an den Wurzeln von Gräsern (*Agropyrum tenerum*, *A. repens*) nicht oder kaum geringer als bei Gegenwart von Weizen.

Um den Einfluß verschiedener Gräser auf den Grad der Bodenverseuchung und ihre Ausbreitung zu erfassen, waren, zumal in Deutschland Untersuchungen über die Bedeutung der Gräser als Infektionsquelle bisher fehlten, Beobachtungen über die Wachstumsgeschwindigkeit und die Dichte des Myzelgeflechtes an Gräsern erwünscht. Die Infektionen erfolgten in einem 6 Stunden in strömendem Dampf erhitzten Erdsandgemisch durch Unterlage einiger mit *Ophiobolus graminis* bewachsener Haferspелzen unter die Samen.

Besonders hervorgehoben sei die starke Ausbreitung des Myzels an *Lolium*-, *Bromus*- und *Festuca*-Arten und die Anfälligkeit von *Agrostis spica venti*.

Die außerordentliche Bedeutung der Gräser für die Ausbreitung der Ophiobolose und namentlich für die Erhaltung einer vorhandenen Infektion während des Anbaues resistenter Kulturpflanzen bzw. während der Brache dürfte somit als erwiesen gelten. Ebensowenig wird ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Ophiobolose an stark verunkrauteten Stellen (Feldrand usw.) und der Anfälligkeit zahlreicher Gräser geleugnet werden können. Zahlreiche Freilandbeobachtungen des Verfassers haben diese Auffassung bestätigt und gezeigt, daß in verseuchten Weizenschlägen namentlich *Lolium*-, *Festuca*-, *Agropyrum*- und *Bromus*-Arten an Wurzeln und Halmgrund Anzeichen heftiger Infektionen aufweisen. Desgleichen ist *Hordeum murinum* an den Feldrainen fast regelmäßig schwer von *Ophiobolus graminis* befallen und

Tabelle III.

Boden: Sterilisiertes Erd-Sand-Gemisch.

Stamm: S 23.

Wirtspflanze	Untersuchungsergebnis nach 38 Tagen	Untersuchungsergebnis nach 5 Monaten	Perithezien- bildung nach 5 Monaten
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	äußerlich gesund; Wur- zeln stellenweise ge- schwärzt; reichlich Myzel	Wurzelschwärzung stark, äußerlich gesund	—
<i>Agrostis stolonifera</i>	äußerlich gesund; keine Bräunung; kein Myzel an den Wurzeln	leicht gebräunt; kaum Myzel	—
<i>Agrostis spica venti</i>	äußerlich gesund; kaum Befall, kaum Hyphen	tot	+
<i>Poa pratensis</i>	äußerlich gesund; wenig Myzel	unverändert	—
<i>Poa nemoralis</i>	äußerlich gesund; starkes Myzelwachstum	unverändert	—
<i>Poa bulbosa</i>	wie <i>Poa nemoralis</i>	unverändert	—
<i>Poa trivialis</i>	äußerlich gesund; sehr starkes Myzelwachstum	geschwächt	+
<i>Poa compressa</i>	äußerlich gesund; wenig Myzel	unverändert	—
<i>Poa hetero- phylla</i>	äußerlich gesund; starke Schwärzung der Wurzeln; viel Myzel bis an die Wurzelspitzen	unverändert	—
<i>Festuca elatior</i>	äußerlich kaum ge- schwächt; reichlich Myzel bis an die Wurzelspitzen	einzelne Pflanzen tot	—
<i>Festuca gigan- tea</i>	äußerlich gesund; sehr starkes Myzelwachstum	unverändert	—
<i>Festuca ovina glauca</i>	äußerlich gesund; aus- gedehntes, sehr starkes Myzelwachstum	Myzel bis zu den Wurzel- spitzen	—
<i>Festuca spatica</i>	gewelkt; Myzel bis an die Wurzelspitzen	—	—
<i>Lolium italicum</i>	gelbspitzig; reichlich Myzel	einzelne Pflanzen tot	—
<i>Lolium temu- lentum</i>	welk; Wurzeln bis an die Spitzen mit dichtem My- zelgeflecht	tot (weißährig)	+
<i>Lolium perenne</i>	welk; wie <i>Lolium temu- lentum</i>	50% tot	+
<i>Lolium remo- tum</i>	welk; wie <i>Lolium temu- lentum</i>	tot	+

Wirtspflanze	Untersuchungsergebnis nach 38 Tagen	Untersuchungsergebnis nach 5 Monaten	Perithezien- bildung nach 5 Monaten
<i>Lolium wester- woldicum</i>	leicht gewelkt; Wach- stum der Hyphen etwas schwächer als bei <i>L. te- mulentum</i>	tot	+
<i>Dactylis glome- rata</i>	gelbspitzig; etwas schlaff; sehr reichlich Myzel	Pflanzen schwach; sehr reichlich Myzel	—
<i>Agropyrum caninum</i>	äußerlich gesund; reich- liche Myzelbildung	unverändert	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	äußerlich gesund; sehr viel Myzel bis zu den Wurzelspitzen.	unverändert	—
<i>Cynosurus cristatus</i>	äußerlich gesund; Myzel nicht reichlich	unverändert	—
<i>Melica ciliata</i>	äußerlich gesund; sehr starkes Myzelwachstum	—	—
<i>Briza media</i>	äußerlich gesund; sehr starkes Myzelwachstum	unverändert	—
<i>Avena elatior</i>	äußerlich gesund; ganz geringe Myzelbildung		—
<i>Bromus iner- mis</i>	sehr schwerer Befall; kurz nach dem Auflaufen abgetötet.	—	
<i>Bromus unio- loides</i>	etwas schwächer befallen als <i>Br. inermis</i>	Pflanzen leben noch; Wurzel sehr stark mit Myzel bedeckt	
<i>Bromus hordea- ceus</i>	gewelkt; starke Myzel- bildung	—	—
<i>Bromus seca- linus</i>	äußerste Blätter gelb; sehr starkes Myzelwachs- tum	zum Teil tot	+
<i>Bromus patulus</i>	äußerste Blätter welk; Myzel bis zu den Wurzel- spitzen	zum Teil tot	+
<i>Bromus sterilis</i>	etwas welk und gelblich; Myzel bis zu den Wurzel- spitzen	hat fruktifiziert	+
<i>Bromus mollis</i>	schlaff, reichlich Myzel	—	—
<i>Phleum pra- tense</i>	äußerlich gesund; reich- lich Myzel	unverändert	—
<i>Holcus lanatus</i>	äußerlich gesund; starke Myzelausbreitung	unverändert	—

zeigt die typischen Kennzeichen der Weißährigkeit. Insbesondere gibt es aber zu denken, daß Ophiobolosenester in der Regel stärker mit Windhalm verunkrautet sind, und daß dieser stets Anzeichen schweren Ophiobolosebefalls erkennen läßt. Die Pflanzen sind schwächer entwickelt, ihre Wurzeln sind zerstört, die Halmbasis ist geschwärzt, und in einzelnen Fällen treten Peritheccien auf.

Was das Auftreten der Ophiobolose auf vorjährigen Erntewegen angeht, die ja keinesfalls eine stärkere Verunkrautung als der übrige Acker besitzen, ist folgendes zu bedenken. Insbesondere hat Hoffmann (1932a, b, c) die Beobachtung gemacht, daß in den Fällen, wo auf Erntewegen oder Reuterflecken ein schwererer Befall des Weizens durch *Ophiobolus graminis* eintrat, der Pflug infolge der Härte des Bodens zu flach ging, sodaß die Vorschar nicht faßte, die Stoppeln nicht richtig untergebracht wurden und eine nachträgliche Lockerung des Bodens mit Zinkenkultivatoren einsetzen mußte. Ein flaches Unterbringen der Stoppeln wurde aber bereits von Schmidt und Feistritzer (1932, 1933) und Blunck (1933) als eine Quelle starken Auftretens von Fußkrankheiten erkannt. Nach den Untersuchungen von Fellows und Ficke (1934), die beobachteten, daß Infektionsmaterial, das tiefer als 3 inch unter dem Samenkorn liegt, keine schweren Schädigungen des Weizens mehr verursacht, da das Myzel die Halmbasis zu spät erreicht, ist an der günstigen Wirkung einer tiefen Unterbringung verseuchter Stoppeln auf den nachfolgenden Weizen kein Zweifel möglich. Es ist daher sehr wohl möglich, daß die ungünstige Vorfruchtwirkung von Erntewegen auf der rascheren Infektion der Sämlinge durch das oberflächlich liegende Infektionsmaterial beruht.

c) Gefäßversuche.

1. Nachweis der infektionshemmenden Wirkung der Bodenfestigung.

Die Annahme, daß zwischen der festeren Schichtung des Bodens am Vorgewende usw. und der Häufung der Ophiobolose an diesen Stellen ein ursächlicher Zusammenhang besteht, stößt, abgesehen von der Tatsache, daß von zahlreichen Autoren in der Praxis eine Herabsetzung der Schwarzbeinigkeit durch Festigung des Saatbettes erreicht wurde, auf die Schwierigkeit, daß weder Broadfoot (1934, S. 110, Tabelle 19) noch Russell (1934, S. 54, Tabelle 28) durch Festigung des Bodens eine stärkere Infektion des Weizens erzielten. Beide Autoren beobachteten in Gefäß- bzw. Freilandversuchen trotz Anwendung verschiedener Grade der Bodenfestigung weder einen positiven noch einen negativen Einfluß auf die Stärke der Infektion von Weizen durch *Ophiobolus graminis*. Ebensowenig darf übersehen werden, daß nach Weigert und Weizel

(1934, S. 256—258, 1935, S. 296) unkrautfreie Wege als Vorfrucht für Weizen den Befall nicht erhöhen, sondern ungewöhnlich stark herabsetzen.

Das Mißlingen der Versuche von Broadfoot (1934) und Russell (1934), der Schwarzbeinigkeit durch eine dichtere Bodenstruktur entgegenzuarbeiten, mußte angesichts der vorliegenden praktischen Erfahrungen (s. o.) überraschen. Dagegen beobachtete Garrett (1936, S. 676, Tabelle III), daß das Wachstum von *Ophiobolus graminis* entlang junger Weizenwurzeln durch Festigung eines locker geschichteten mittelschweren Lehm Bodens mit einem Wassergehalt von 70% der maximalen Wasserkapazität um etwa 60% verringert wird. Garrett führte jedoch trotz der Bedeutung dieses Phänomens keine eingehenden Untersuchungen durch. Insbesondere mit Rücksicht auf die ergebnislosen, den praktischen Erfahrungen zuwiderlaufenden Untersuchungen Broadfoot's und Russell's bedurfte der Zusammenhang zwischen der mechanischen Bodenstruktur und der Infektionsstärke einer gründlichen Klärung. Der Einfluß der Bodenart, des Wassergehaltes und der Vorbehandlung des Substrates (sterilisiert oder nicht sterilisiert) auf die Wirkung der Festigung mußte eingehend geprüft werden, um über den Einfluß der mechanischen Bodenstruktur auf das Wachstum der parasitischen Phase von *Ophiobolus graminis* sichere Aussagen machen zu können. Desgleichen waren vergleichende Untersuchungen im Freiland unentbehrlich.

In Untersuchungen, die unabhängig von den einschlägigen Arbeiten von Garrett (1936) verliefen, wurde zunächst aus rein theoretischen Überlegungen gefolgert (Winter 1937), daß eine Verdichtung der Bodenstruktur infolge der Verringerung der Luftkapazität und der Bodendurchlüftung bei gleichzeitiger Anreicherung von Kohlensäure eine erhebliche Verringerung der Wachstumsintensität von *Ophiobolus graminis* zur Folge haben müsse. Begründet wurde diese Ansicht u. a. mit der von Fellows (1928a) beobachteten Entwicklungshemmung dieses Pilzes in künstlicher Kultur bei Erhöhung der Kohlensäurespannung der Luft.

Um bei den experimentellen Untersuchungen über die Wirkung der Bodenverdichtung zunächst allen Komplikationen durch die Interferenz antagonistischer Erscheinungen seitens des Edaphons aus dem Wege zu gehen, wurde als Boden ein feinkörniger Sand mit einer maximalen Wasserkapazität von 26% benutzt. Als Nährmedium wurde ihm eine dem zu erzielenden Feuchtigkeitsgrad entsprechende Menge einer Stammlösung nach v. d. Crone zugesetzt. Mittelbare über die Mikroflora des Bodens verlaufende Auswirkungen der Bodenfestigung waren bei dem geringen Gehalt des Sandes an organischen Stoffen weitgehend ausgeschaltet, und der unmittelbare Einfluß der mechanischen Boden-

struktur auf den Verlauf der Infektion mußte unverschleiert zur Geltung kommen.

Um die Wirkung der Bodenfestigung auf die Länge der verpilzten Keimwurzelzone kurz kennzeichnen zu können, wird im folgenden der „Festigungsquotient“ in die Tabellen eingeführt. Er besagt, um wieviel Prozent das Pilzwachstum in dem festen Boden hinter dem entsprechenden Wert bei lockerer Struktur zurückbleibt. Dieser relativen Größe ist im folgenden der Vorzug gegeben, weil eine Beurteilung der infektionshemmenden Wirkung der Festigung durch die absolute Differenz zwischen den in lockerem und festem Boden gefundenen Werten namentlich für vergleichende Untersuchungen und praktische Zwecke gewisse Fehler in sich birgt. Wenn z. B. die Infektionsgeschwindigkeit auf zwei Böden mit verschiedener Schutzwirkung, in denen die Laufhyphen also eine differente Wachstumsgeschwindigkeit entwickeln [vgl. Garrett (1936, S. 676, Tabelle 1) und die folgenden Veröffentlichungen], um den gleichen absoluten Betrag gemindert wird, so ist diese Hemmung praktisch und ökologisch gesehen völlig ungleichwertig. Es sei die Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen in dem einen Substrat = 10, in dem anderen = 30 Einheiten und die Abnahme der Infektion nach der Festigung in beiden Fällen = 9 Einheiten. Während also in dem gut schützenden Boden die Infektion praktisch völlig verhindert wird, ist der Erfolg der Festigung in dem schlecht schützenden Substrat trotz gleicher absoluter Wirkung wesentlich geringer. Die Einführung des Festigungsquotienten geht diesen Schwierigkeiten aus dem Wege.

Bei Infektion von Weizen mit dem Stamm S28 ergab sich nach 16tägiger Versuchsdauer folgendes Bild für die Wirkung der Bodenfestigung bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt (Tabelle IV).

Tabelle IV.

Substrat: Sand mit Nährlösung. Versuchsdauer: 16 Tage. Stamm: S 28.

	Länge der verpilzten Keimwurzelzonen in mm bzw. Größe des Festigungsquotienten							Anzahl der untersuchten Wurzeln						
Bodenfeuchtigkeit	10%	20%	30%	40%	60%	80%		10%	20%	30%	40%	60%	80%	
Boden locker	55,5	49,4	48,6	41,8	46,0	35,1		46	41	31	33	37	33	
Boden fest	34,3	27,0	18,9	16,6	18,0	2,2		35	29	37	36	36	36	
Festigungsquotient	38,2	45,3	61,1	60,3	60,9	93,7								

Die hemmende Wirkung der Bodenfestigung auf das Vorschreiten der Infektion an den Wurzeln tritt bei jedem Feuchtigkeitsgehalt ein-

deutig hervor. Die Werte der Infektion liegen bei festerer Schichtung um 38,2 bis 93,7% unter den in lockerem Sand erhaltenen Zahlen.

Entsprechende Versuche mit den Stämmen S4 und S23 führten zu gleichsinnigen Resultaten, wie aus der folgenden Zusammenstellung (Tabelle V) hervorgeht.

Tabelle V.

Substrat:		Versuchsdauer:						Stamm:					
Sand mit Nährlösung.		16 Tage.						S 4 und S 23.					
Stamm		Länge der verpilzten Keimwurzeln bzw. Höhe des Festigungsquotienten						Anzahl der untersuchten Wurzeln					
	Bodenfeuchtigkeit	10%	20%	30%	40%	60%	80%	10%	20%	30%	40%	60%	80%
S 4	Boden locker	55,7	65,8	52,9	54,9	44,2	38,0	45	55	40	40	37	30
	Boden fest	33,2	32,7	31,3	29,3	30,4	19,9	40	42	40	21	40	38
	Festigungsquotient	40,4	50,3	40,8	46,6	31,2	47,6						
S 23	Boden locker	40,1	27,1	27,8	27,4	26,4		78	78	78	77	63	
	Boden fest	20,1	15,4	16,2	11,3	8,4		73	86	82	82	71	
	Festigungsquotient	49,9	43,2	41,7	58,8	68,2							

Die Infektion wird also auch bei Verwendung dieser beiden Einsporenstämmen je nach der Bodenfeuchtigkeit um 30 bis 70% vermindert. Zusammenfassend können wir daher folgern, daß in dem mit Nährlösung getränkten Sand die Länge der verpilzten Zone bei allen untersuchten Einsporenstämmen und verschiedenstem Feuchtigkeitsgehalt durch Bodenfestigung stets wesentlich herabgesetzt wird.

Doch darf hierbei nicht übersehen werden, daß die 3 untersuchten Stämme gegen die Verdichtung des Bodens verschieden empfindlich sind. Wie aus den graphischen Darstellungen der Fig. 1 ersichtlich ist, zeigt sich insbesondere der Stamm S 28 gegen eine Festigung des Bodens bedeutend empfindlicher als der Stamm S 4, während S 23 in dieser Beziehung eine Mittelstellung einnimmt.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob die Gültigkeit dieser Erkenntnis auf das untersuchte Substrat beschränkt ist, oder ob man in natürlichen Ackerböden verschiedener Natur den gleichen Effekt erwarten darf. Um möglichst verschiedenartige Bodentypen zu erfassen, wurde die Wirkung der Bodenverdichtung in Mistbeeterde und Gemischen von Mistbeeterde mit Sand (1 Teil Mistbeeterde, 2 Teile Sand) bzw. von Lehm (mittelschwerer Rheintallehm) und Sand (1 Teil Lehm, 3 Teile Sand) beobachtet. Da diese Versuche laboratoriumsmäßig durch-

geführt wurden, ist eine Übertragung der Ergebnisse in das Freiland nicht ohne weiteres möglich. Und zwar wurden diese Substrate im natürlichen und im sterilisierten Zustand bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 20, 30 und 50% der maximalen Wasserkapazität zur Prüfung der Zusammenhänge zwischen der mechanischen Bodenstruktur und der Infektionsstärke herangezogen. Die Resultate dieser Untersuchungen nach 15tägiger Versuchsdauer und Beimpfung mit dem Stamm S 4 sind in der folgenden Tabelle (Tabelle VI) zusammengefaßt.

Tabelle VI.

Versuchsdauer: 15 Tage.

Stamm: S 4.

		Länge der verpilzten Wurzelzonen in mm bzw. Höhe des Festigungs- quotienten			Anzahl der unter- suchten Wurzeln		
		20%	30%	50%	20%	30%	50%
Humus nicht sterili- siert	Bodenfeuchtigkeit						
	Boden locker	13	16,9	22,3	14	19	22
	Boden fest	7,6	12,1		23	19	
Humus sterilisiert	Festigungsquotient	41,5	28,4				
	Boden locker	52	69,7	62,7	21	20	10
	Boden fest	21,7	26,8		16	20	
Sand-Humus nicht sterili- siert	Festigungsquotient	58,3	61,5				
	Boden locker		27,1	39,6		26	24
	Boden fest	12,2	18,2	21,0	20	27	20
Sand-Humus sterilisiert	Festigungsquotient		32,8	47,0			
	Boden locker	33,8	56,9	38,5	17	20	17
	Boden fest	19,3	35,9	18,4	15	24	19
Sand-Lehm nicht sterili- siert	Festigungsquotient	42,9	36,9	52,2			
	Boden locker	41,9	44,0	68,7	21	23	10
	Boden fest	29,0	29,8		19	23	
Sand-Lehm sterilisiert	Festigungsquotient	30,8	32,3				
	Boden locker	51,5	67,2	54,0	14	22	11
	Boden fest	34,4	35,0		16	14	
	Festigungsquotient	33,2	47,9				

Die hemmende Wirkung der Bodenfestigung ist somit an keinen bestimmten Bodentyp gebunden, sondern ist auf jeder Bodenart, ob humoser, toniger oder sandiger Natur, bei verschiedenstem Feuchtigkeitsgehalt in natürlichem und sterilisiertem Zustande mit Sicherheit zu erwarten. In keinem Falle zeigte die festere Lagerung des Substrates einen fördernden Einfluß auf den Infektionsverlauf.

2. Bodenfestigung und Bodendurchlüftung.

Schon auf Grund der oben angeführten Überlegungen (Winter 1937, 1938) konnte die Herabsetzung der Bodendurchlüftung als eine wahrscheinliche Ursache für die infektionsmindernde Wirkung der

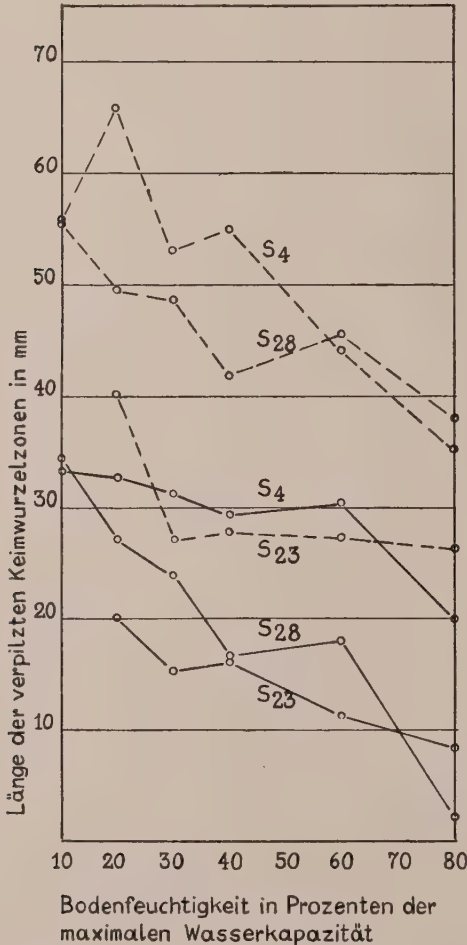


Abb. 1. --- Infektionsstärke in lockerem Sand. — Infektionsstärke in festem Sand. Einfluß der Bodenstruktur auf die Infektion des Weizens durch *Ophiobolus graminis* (Stamm S 4, S 23 und S 28).

Bodenfestigung angesehen werden. Ebenso sah Garrett (1936) auf Grund seiner Beobachtungen über die hemmende Wirkung einer Zugabe von china clay zu Sand und hoher Bodenfeuchtigkeit auf die Infektion die Ursache des schützenden Einflusses der Bodenverdichtung in der Verschlechterung der Bodendurchlüftung. Nichtsdestoweniger mußte, zumal bei dem Mangel einwandfreier, unmittelbarer experimenteller Beweise für die Bedeutung der Bodendurchlüftung bei der Schutzwirkung der Festigung, mit der Möglichkeit einer mechanischen Hemmung des Pilzwachstums durch die dichte Bodenstruktur gerechnet werden.

Nehmen wir an, daß die Wirkung der Festigung tatsächlich mit der schlechteren Durchlüftung zusammenhängt, so müßte die stärkere Empfindlichkeit des Stammes S 28 gegen eine Bodenverdichtung (s. o.) auf erhöhter Empfindlichkeit gegen Anreicherung von Kohlensäure im Boden beruhen. Ist diese Ansicht richtig, so muß unter Vor-

aussetzung der von Fellows (1928a) und Garrett (1936) gemachten Annahme, daß die auf künstlichen Nährmedien für die saprophytische Phase von *Ophiobolus graminis* festgestellte Sauerstoffbedürftigkeit auch in dem parasitischen Lebensabschnitt des Pilzes

vorhanden ist, der Stamm S 4 auf künstlichem Nährboden auf eine Verminderung der Sauerstoffkonzentration schwächer reagieren als der Stamm S 28. Eine Untersuchung dieser Frage konnte daher möglicherweise Anhaltspunkte für die Ursache der Infektionshemmung im fest geschichteten Substrat erbringen.

Je 4 Petrischalen mit 25 cem Biomalzagar wurden für jede untersuchte Kohlensäurekonzentration mit dem Stamm S 4 oder S 28 in der Mitte beimpft. Exsikkatoren, in denen die Schalen standen, wurden stark evakuiert und das Gasgemisch (s. u.) aus dem Gasometer durch ein Wattefilter langsam angesogen, bis innerhalb der Exsikkatoren Atmosphärendruck herrschte. Diese Manipulation wurde 4 mal wiederholt, sodaß schließlich die Zusammensetzung des Gases im Gasometer und den Exsikkatoren praktisch die gleiche war. Das Gasgemisch wurde in einem gläsernen Gasometer durch Zuführung von Kohlendioxyd zur Zimmerluft hergestellt. Die Zugabe der Kohlensäure konnte exakt vorgenommen werden, da der Gasometer sich nach oben stark verjüngte und dementsprechend eine feinere Abmessung gestattete. Der Druckausgleich zwischen Gasometer und Außenluft erfolgte in der üblichen Weise durch Heben oder Senken eines mit der Gasometerflüssigkeit kommunizierenden Gefäßes.

Nach 7 Tagen wurden folgende Werte für die Durchmesser der Kolonien erhalten.

Tabelle VII.

Wachstum der Stämme S28 und S4 auf Biomalzagar
bei verschiedenem Kohlendioxydgehalt der Luft.

Stamm	Durchmesser der Kolonien in mm bei einem Kohlendioxydgehalt der Luft von				
	Zimmerluft	1%	3%	9%	12%
S 4	89,00	88,50	80,75	58,50	67,00
S 28	84,50	69,50	47,00	50,50	48,75

Der Stamm S 28 ist also sowohl gegen eine Erhöhung des CO₂-Partialdruckes wie eine Verdichtung des Bodens empfindlicher als S 4. Da nach den Erfahrungen Brown's (1922) die Wirkung der Kohlendioxydkonzentration auf einige Pilze stark vom Nährmedium abhängt, und gleiche Korrelationen zwischen der Lage der optimalen Wasserstoffkonzentration für *Ophiobolus graminis* und der Art der Nährsubstrates bestehen (Webb und Fellows 1926), kann dieser Befund nicht als absolut schlüssiger Beweis dafür angesehen werden, daß die Infektionshemmung durch eine dichtere Bodenschichtung als Durchlüftungseffekt anzusehen ist. Doch darf in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß nach Lundegårdh (1923) Kohlensäurekonzentrationen

von 2—7%, welche das Wachstum von *Gibberella saubinetii* und *Fusarium culmorum* in künstlicher Kultur stimulierten, gleichfalls die Infektion von Weizen durch die genannten Pilze begünstigten. Um die angeschnittene Frage sicher zu entscheiden, waren jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

Unregelmäßigkeiten der Infektionsstärke in gefestigtem Sand hatten darauf aufmerksam gemacht, daß für eine gleichmäßig feste Ausfüllung und Bedeckung der Saatlöcher Sorge getragen werden mußte. Eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Länge der verpilzten Wurzelzone und der Dichtigkeit der Samenbedeckung in gefestigtem Boden mußte zeigen, ob die hemmende Wirkung der Festigung mechanischer Natur war. Denn die Hyphen des Pilzes mußten sowohl an den Wurzeln der fest wie der locker bedeckten Samen entlang in den gleichen, stark verdichteten Boden eindringen. Kam der mechanischen Hemmung des Pilzwachstums eine ausschlaggebende Bedeutung zu, so mußte die Infektionsstärke in beiden Fällen die gleiche sein.

Ein entsprechender Versuch wurde in gefestigtem Sand, der bis zu 20% seiner maximalen Wasserkapazität mit von der Cronescher Nährlösung befeuchtet war, angesetzt. Die Samen lagen in 22 mm tiefen Bohrlöchern des üblichen Querschnittes und wurden entweder durch Einkrümeln von Sand oder sorgfältiges Hineindrücken des Sandes in die Saatlöcher bedeckt. Nach Infektion mit dem Stamm S 4 und 14 tägiger Versuchsdauer wurden folgende Ergebnisse erhalten (Tabelle VIII).

Tabelle VIII.

Stamm: S 4.		Versuchsdauer: 14 Tage.	Substrat: Sand mit Nährlösung.
Art der Samenbedeckung	Länge der verpilzten Keimwurzelzonen in mm	Zahl der untersuchten Wurzeln	
fest	22,2	46	
locker	30,9	37	

Der Einfluß der Bodendurchlüftung tritt hier eindeutig hervor, die mechanische Hemmung spielt keine oder eine untergeordnete Rolle.

Gleichsinnige Ergebnisse zeitigte eine Prüfung des Einflusses der Saattiefe auf den Befall in lockerem und gefestigtem Sand. Die Samen wurden in den bis zu 20% der maximalen Wasserkapazität mit von der Cronescher Nährlösung getränkten Sand in einer Tiefe von 11 bzw. 22 mm ausgesät. Nach Infektion mit dem Stamm S 4 und 14tägiger Versuchsdauer ergaben sich folgende Werte für die Länge der verpilzten Wurzelzone (Tabelle IX).

Tabelle IX.

Substrat: Sand mit Nährlösung. Versuchsdauer: 14 Tage. Stamm: S 4.

Lockerer Sand			Fester Sand			Festigungsquotient
Saat-tiefe mm	Länge der verpilzten Wurzelzonen in mm	Anzahl der untersuchten Wurzeln	Saat-tiefe mm	Länge der verpilzten Wurzelzonen in mm	Anzahl der untersuchten Wurzeln	
22	65,8	55	22	22,6	50	65,7
11	64,5	57	11	28,4	46	56,0

Während in dem lockeren Sand keine Wirkung der Saattiefe zu beobachten ist, sinkt im festen Sand der Befall von 28,4 auf 22,6 mm. Dieses unterschiedliche Verhalten wird darauf beruhen, daß im lockeren Sand selbst bei einer Saattiefe von 22 mm eine optimale Versorgung mit Sauerstoff gewährleistet ist, während im zweiten Fall die Durchlüftung unter dem Optimum liegt. Eine flachere Saat muß daher im gefestigten Sand infolge der besseren Durchlüftung eine Erhöhung der Infektion bewirken. Auch der höhere Wert des Festigungsquotienten bei einer Saattiefe von 22 mm spricht dafür, daß die Infektionshemmung im verdichteten Boden eine Folge der schlechteren Bodendurchlüftung ist.

Wie aus den Tabellen IV, V und VI und den graphischen Darstellungen der Figur 1 für die Stämme S 23 und S 28 hervorgeht, steigt die hemmende Wirkung der Bodenfestigung (ausgedrückt durch den Festigungsquotienten) mit zunehmendem Wassergehalt im allgemeinen an. Auch in dieser Erscheinung stellt sich die Bodenfestigung als eine Hemmung der Bodendurchlüftung dar, denn je feuchter der Sand ist, um so stärker wird der Diffusionswiderstand in gefestigtem Zustande. Zwar zeigen die Werte für den Festigungsquotienten des Stammes S 4 nicht diese Abhängigkeit. Dieser andersartige Kurvenverlauf (vgl. Fig. 1) dürfte jedoch auf Fehlern in der Versuchsführung beruhen. Denn bei einschlägigen Untersuchungen in Lehm, Lehmsandgemisch und Humuserde mit dem Stamm S 4 war die gleiche günstige Wirkung hohen Wassergehaltes auf die Höhe des Festigungsquotienten wie bei den Stämmen S 23 und S 28 zu beobachten (vgl. Tab. X und XII).

3. Der Einfluß der Bodenart und der Sterilisation auf den Festigungsquotienten.

Wenn somit die schlechtere Bodendurchlüftung für den Erfolg der Bodenfestigung verantwortlich zu machen ist, muß man erwarten, daß die Wirkung der Bodenfestigung proportional dem Gehalt des Bodens an feinkörnigen Bestandteilen ansteigt. An einem derartigen

Einfluß der tonigen Bestandteile auf den Erfolg der Bodenfestigung ist schon aus theoretischen Überlegungen heraus kaum ein Zweifel möglich. Die Durchlüftung im gefestigten Boden wird um so schlechter, je feinkörniger das Substrat ist. Andererseits lassen sich solche tonhaltigen Substrate bei mäßigem Wassergehalt versuchsmäßig sehr gut in lockerer, krümeliger Struktur halten. Einschlägige Untersuchungen wurden in der Weise durchgeführt, daß der Festigungsquotient in sterilisiertem Lehm Boden (vom Versuchsfeld des Instituts) und sterilisierten Gemischen von Lehm mit Sand im Verhältnis 1:2 und 1:4 bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt festgestellt wurde. Die Versuche wurden bei einer konstanten Temperatur von 23 ° C durchgeführt. Nach Beimpfung mit dem Stamm S 4 und 14 tägiger Versuchsdauer ergaben sich folgende Werte (Tabelle X).

Tabelle X.

Versuchsdauer:

Stamm:

14 Tage.

Sterilisierte Substrate.

S 4.

		Länge der verpilzten Wurzelzonen in mm bzw. Höhe des Festi- gungsquotienten			Anzahl der unter- suchten Wurzeln		
		20%	30%	50%	20%	30%	50%
Lehm: Sand = 1 : 4	Bodenfeuchtigkeit						
	Boden locker	68	68,8	67,7	44	57	49
	Boden fest	40,2	45,5	38,8	17	22	62
	Festigungsquotient	40,9	33,9	42,7			
Lehm: Sand = 1 : 2	Boden locker	64,7	68,2	69,7	37	49	54
	Boden fest	43,0	34,1	35,3	21	22	26
	Festigungsquotient	33,5	50,0	49,4			
Lehm	Boden locker	43,2	63,4	60,3	69	48	18
	Boden fest	35,0	37,4	11,2	41	24	36
	Festigungsquotient	19,0	41,0	81,4			

Ein Vergleich der Festigungsquotienten für die verschiedenen Bodentypen bei einer Bodenfeuchtigkeit von 50% läßt die Zunahme der infektionshemmenden Wirkung der Bodenverdichtung bei steigendem Lehmgehalt klar erkennen. Der Festigungsquotient steigt von 42,7 über 49,4 auf 81,4 in dem reinen Lehm. Bereits bei 30% Wassergehalt ist jedoch diese Erscheinung völlig verwischt, und bei 20% steigt der Festigungsquotient in umgekehrter Richtung, also mit zunehmendem Sandgehalt von 19,0 über 33,5 auf 40,9 an. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß die Verdichtung der sandreicheren Gemische weitgehend unabhängig vom Wassergehalt des Bodens gleichmäßig gelingt, während das tonreichere Substrat bei geringem Wassergehalt auch

nach der Festigung eine poröse, krümelige, verhältnismäßig lockere Struktur besitzt. Der außerordentlich niedrige Festigungsquotient in dem reinen Lehm von 20% Wassergehalt (vgl. auch Tabelle XI) läßt diese Eigenart sehr deutlich hervortreten. Dagegen ist der Lehm bereits bei einem Wassergehalt von 50% sehr plastisch und ergibt bei der Festigung eine kompakte dichte Masse. Er erschwert daher im gefestigten Zustande die Durchlüftung viel stärker als ein sandreicher Boden gleichen Wassergehaltes. Dieser Zusammenhang tritt in der Zunahme des Festigungsquotienten für den reinen Lehm bei steigender Bodenfeuchtigkeit deutlich hervor, während die infektionshemmende Wirkung der Bodenfestigung in den Sandgemischen in viel geringerem Maße vom Wassergehalt beeinflußt wird.

Wurmbach (1934) stellte bei Untersuchung zweier benachbarter Böden mit gleichem Gehalt an abschwemmbar Bestandteilen, aber stark verschiedenem Humusanteil trotz gleicher Atmungsintensität in der Bodenluft des humusreichen Ackers eine viel höhere Kohlensäurespannung fest. Es war daher nicht unwahrscheinlich, daß auch der Gehalt eines Substrates an Humus infolge der dichteren Struktur des gefestigten Bodens den Festigungsquotienten günstig beeinflussen würde.

Wie die Tabelle VI zeigt, wird diese Erwartung zunächst durch die auffallend starke Hemmung der Infektion nach Festigung des sterilisierten Humus bestätigt. Während in den entsprechenden Versuchen mit dem Stamm S 4 in Sand bei 20% bzw. 30% Feuchtigkeit die Länge der verpilzten Zone durch Festigung nur um 50,3% bzw. 40,8% vermindert wird (Tab. V), und in sterilisierten Humussandgemischen der Festigungsquotient bei diesen Bodenfeuchtigkeiten 42,9 bzw. 36,9 beträgt (Tabelle VI), steigt er in der reinen sterilisierten Humuserde auf 58,3 bzw. 61,5 an (Tabelle VI).

Nach diesen Beobachtungen scheint die Festigung auf den tonreicheren und humosen Böden einen besseren Erfolg als auf leichteren Schlägen zu versprechen. Darüber hinaus war es zunächst nicht unwahrscheinlich, daß bei Verwendung nicht sterilisierter, natürlicher Substrate, infolge der stärkeren Atmungstätigkeit des Edaphons auf den hochwertigen Böden, die Voraussetzungen für den Erfolg der Bodenfestigung auf diesen noch günstiger und die Überlegenheit der besseren Böden über die leichteren Qualitäten noch deutlicher hervortreten würde.

Die Untersuchung des Festigungsquotienten auf natürlichen, nicht sterilisierten Substraten führte jedoch zu völlig andersartigen Ergebnissen. Der der Tabelle X zugrundeliegende Versuch wurde gleichzeitig bei völlig identischer Versuchsanordnung mit natürlichem, nicht sterilisierten Lehm, bzw. nicht erhitzten Lehmsandgemischen durchgeführt. Das Ergebnis ist in Tabelle XI zusammengefaßt.

Tabelle XI.

Versuchsdauer:
14 Tage.Natürliche nicht sterilisierte
Substrate.Stamm:
S 4.

		Länge der verpilzten Wurzelzonen in mm bzw. Höhe des Festi- gungsquotienten			Anzahl der unter- suchten Wurzeln		
		20%	30%	50%	20%	30%	50%
Lehm: Sand = 1 : 4	Bodenfeuchtigkeit	20%	30%	50%	20%	30%	50%
	Boden locker	48,0	42,1	35,5	77	76	75
	Boden fest	31,9	29,6	25,6	64	44	36
	Festigungsquotient	33,5	29,7	27,9			
Lehm: Sand = 1 : 2	Boden locker	42,3	48,0	44,9	74	86	55
	Boden fest	27,2	31,2	30,1	53	40	47
	Festigungsquotient	35,7	35,0	32,9			
	Boden locker	15,4	18,5	22,3	40	59	44
Lehm	Boden fest	14,4	15,7	16,4	57	58	60
	Festigungsquotient	6,5	15,1	26,5			

Bei einem Vergleich der Festigungsquotienten für die sterilisierten (Tabelle X) und die natürlichen Böden (Tabelle XI) läßt sich feststellen, daß die relative und absolute Wirkung der Festigung in den sterilisierten Substraten durchweg erheblich stärker ist als auf den natürlichen Böden. Insbesondere erkennt man, daß die Wirkung der Festigung in dem reinen Lehm durch die Sterilisation entgegen aller Erwartung auf das dreifache angestiegen ist. Weiterhin fällt in das Auge, daß die gegenüber den sandhaltigen Böden günstigere Wirkung der Festigung auf dem reinen Lehm, wie wir sie im sterilisierten Boden bei 50% Wassergehalt beobachten (Tabelle X), in natürlichen, nicht sterilisierten Substraten fehlt. Die Differenz zwischen den Festigungsquotienten für reinen Lehm und die Lehmsandgemische von 50% Bodenfeuchtigkeit ist also nicht, wie erwartet wurde, im natürlichen Boden gesteigert, sondern praktisch verschwunden.

Die Ergebnisse des in Tabelle VI zusammengefaßten Versuches liegen in der gleichen Richtung. Auch dort ist der Festigungsquotient für das sterilisierte Lehmsandgemisch höher als für das entsprechende natürliche, nicht gedämpfte Substrat. Nicht anders scheinen nach diesem Versuch (s. Tabelle VI) die Verhältnisse in reiner Humuserde und Humuserde-Sand-Gemischen zu liegen. Sowohl in der sterilisierten Humuserde wie den sterilisierten Humussandgemischen liegen die Festigungsquotienten stets höher als in den entsprechenden natürlichen Substraten.

Diese überraschende Feststellung wurde durch eine weitere Versuchsreihe in nicht sterilisierter Mistbeeterde, in der die Festigung bei vier verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten durchgeführt wurde, in eindeutiger Weise bestätigt. Nach 16tägiger Versuchsdauer unter Benutzung des Stammes S 4 ergab die Messung folgende Werte (Tabelle XII).

Tabelle XII.

Substrat: Versuchsdauer: Stamm:
 Natürliche Humuserde. 16 Tage. S 4.

	Länge der verpilzten Wurzelzone in mm bzw. Höhe des Festigungsquotienten				Anzahl der untersuchten Wurzeln			
Bodenfeuchtigkeit	40%	50%	60%	70%	40%	50%	60%	70%
Boden locker	26,3	29	32,6	39,1	29	30	37	33
Boden fest	20,2	26,6	28,5	18,5	32	41	42	32
Festigungsquotient	23,2	8,3	12,6	52,7				

Die Wirkung der Bodenverdichtung ist, wie die Tabelle XII zeigt, gegenüber den in sterilisierter Mistbeeterde beobachteten Festigungsquotienten (vgl. Tabelle VI) äußerst gering. Die Infektion ist in der festen natürlichen Mistbeeterde zumeist nur um wenig niedriger als im lockeren Boden. Das ist um so auffallender, als die Humuserde im lockeren Zustand eine fast puffige Struktur aufwies, daher ausgezeichnet durchlüftet war und sich sehr stark zusammendrücken ließ. Erst bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 70% wird der Festigungsquotient höher, ohne allerdings die im sterilisierten Humus beobachteten Werte zu erreichen. So beobachten wir in dem sterilisierten Humus (vgl. Tabelle VI) bei 20% und 30% Wassergehalt eine Herabsetzung der Infektion durch die Festigung um 58,3 bzw. 61,5%, während in dem natürlichen Humus (vgl. Tabelle XII) bei 40% bzw. 50% Bodenfeuchtigkeit der Festigungsquotient nur 23,2 bzw. 8,3 beträgt. Dabei muß noch berücksichtigt werden, daß der Erfolg der Bodenfestigung bei höherem Wassergehalt zunimmt (s. Tabelle XII).

Der Festigungsquotient ist also im ungedämpften Boden nicht, wie man erwarten sollte, um so größer, je humusreicher oder toniger das Substrat ist, sondern von diesen Faktoren weitgehend unabhängig und im Sand sogar stärker als in der natürlichen Humuserde oder dem nicht sterilisierten Lehm Boden. Das ist um so verwunderlicher, als nach Lundegårdh (1925, S. 365) der Rückgang des Humusgehaltes unter eine gewisse Grenze eine ungünstige Beeinflussung der Kohlensäureproduktion im Boden zu Folge hat. Jede Herabminderung der Durch-

lüftung wird daher in der Humuserde eine weit stärkere Erhöhung der Kohlensäurekonzentration als im Sand herbeiführen.

Zur Aufklärung dieser paradoxen Erscheinung kommt der Tatsache, daß die Festigungsquotienten in den sterilisierten Substraten durchweg höher sind als in den entsprechenden nicht gedämpften Böden (vgl. Tabelle VI, X und XI) besondere Bedeutung zu. Ein Vergleich der Infektionsstärke in den erhitzten und den ungedämpften Substraten läßt nämlich die bereits von Moritz (1932a), Henry (1932), Russell (1934) und Garrett (1934a, b) beobachtete sehr starke Zunahme des Befalls in den sterilisierten Böden erkennen. Auch in dem reinen Sand, der im Verhältnis zur ungedämpften Humuserde oder dem nicht sterilisierten Lehm gleichfalls recht hohe Festigungsquotienten aufweist, ist die Länge der verpilzten Wurzelzone höher als in der ungedämpften Humuserde. Die Ursache dieses geringen Pilzwachstums in der nicht sterilisierten Humuserde und den ungedämpften Gemischen muß ein infektionshemmender Bodenzustand sein, der durch die Sterilisation beseitigt wird. Und zwar besteht dieser Zustand, wie wir weiter unten sehen werden (vgl. die folgenden Veröffentlichungen), nicht, wie Garrett (1936) annimmt, in einer Anhäufung von Kohlensäure, sondern in der Bildung antagonistischer Toxine durch das Edaphon. In den genannten Böden ist also außer der Durchlüftung ein anderer Hemmungsfaktor wirksam. Man erkennt an der starken Herabsetzung der Infektion in den ungedämpften Substraten, daß neben der Bodendurchlüftung eine andere Variable in das relative Minimum geraten, bzw. ein Hemmungsfaktor in erheblichem Überschuß, d. h. im Gebiet stärkster Wirksamkeit, vorhanden ist (vgl. Lundegårdh 1925, S. 377). Nach dem Relativitätsgesetz (Lundegårdh 1925, S. 41, 279) ist daher die Bodendurchlüftung nicht mehr so stark im relativen Minimum und infolgedessen in ihrer relativen Wirkung, d. h. dem Festigungsquotienten, abgeschwächt. Oder anders ausgedrückt, je höher in einem Substrat die Infektion, je geringer also die Konzentration des Hemmungsfaktors, d. h. je näher er seinem Optimum ist, um so mehr gerät die Bodendurchlüftung ins relative Minimum, und um so kräftiger wird ihre relative Wirkung, bzw. die relative Wirkung eines die Durchlüftung beeinflussenden Prozesses, wie ihn die Verdichtung des Bodens darstellt. Dementsprechend erreicht der Festigungsquotient in den sterilisierten Substraten und im Sand die höchsten Werte und zeigt insbesondere in ungedämpfter Humuserde oder natürlichem Lehm eine geringere Höhe als im Sand.

Für die Erklärung der im Vergleich zu den natürlichen Böden durchweg höheren Festigungsquotienten der erhitzten Substrate könnte man neben der Interferenz des Antagonismus die von Waksman und Starkey (1923) beobachtete Steigerung der Kohlendioxydproduktion

des Edaphons in den ersten Wochen nach einer partiellen Sterilisation (Erhitzen auf 65 ° C) heranziehen. Die gegenüber natürlicher Humus-erde oder nicht sterilisiertem Lehm Boden stärkere Auswirkung der Festigung in Sand und die auf natürlichen Böden im Gegensatz zu den entsprechenden sterilisierten Substraten bei höherer Bodenfeuchtigkeit (50%) fehlende Steigerung des Festigungsquotienten mit zunehmendem Ton- oder Humusgehalt kann dagegen mit dieser Wirkung der partiellen Sterilisation in keinem Zusammenhang stehen.

Der genannte Hemmungsfaktor ist um so stärker, je weniger auf dem betreffenden Boden der Weizen durch die Ophiobolose gefährdet ist, je höher also die natürliche Schutzwirkung des Bodens gegenüber der Schwarzbeinigkeit ist. Hieraus folgt, daß auf wirklich guten Weizenböden mit von Haus aus hoher Schutzwirkung bei etwaigem Auftreten der Ophiobolose infolge ununterbrochenen Weizenanbaues mit Hilfe einer Verdichtung des Bodens keine oder nur eine praktisch kaum fühlbare Verminderung der Infektion erreicht werden kann. Umgekehrt wird der Festigungsquotient um so größer, je geringer die natürliche Schutzwirkung — der Hemmungsfaktor — des Bodens, d. h. je sandiger, je kolloid- und humusärmer er ist.

Daraus ist die praktisch bedeutsame Folgerung zu ziehen, daß der Erfolg der Festigung um so besser wird, je gefährdeter der betreffende Schlag von Natur aus ist. Also gerade auf den nur bedingt weizenfähigen Böden sind die günstigsten Voraussetzungen für einen praktisch fühlbaren Erfolg der Bodenfestigung gegeben. Besonderes Interesse hat in diesem Zusammenhang die Feststellung, daß nach den Arbeiten Griffith's (1930, 1933) und Samuel's und Garrett's (1933) die Infektionshemmung durch besseren Bodenschluß anscheinend nur auf leichten, sandigen Böden beobachtet wurde.

Die mißlungenen Versuche von Russell (1934, S. 53, 54, Tabelle 28) und Broadfoot (1934, S. 110, Tabelle 19), die Schwarzbeinigkeit durch eine festere Schichtung des Bodens zu bekämpfen, sind daher möglicherweise auf die Verwendung zu stark schützender Böden zurückzuführen.

Russell unterscheidet bei seinen Gefäßversuchen „technique of pot experiments“ und „technique of crock experiments“. Für die ersteren gibt er die Verwendung eines Gemisches von 5 Teilen „dark brown heavy silty clay loam“ und einem Teil Sand an. Für die „crock experiments“, zu denen auch die Versuche über die Bodenfestigung gehören, fehlen in dieser Beziehung weitere Angaben. Doch scheint es sich, zumal auf Seite 37 der Arbeit für ein „crock experiment“ die Verwendung eines Erdsandgemisches mit einer Wasserkapazität von 55% (!) angegeben wird, um den gleichen schweren Lehm Boden wie in den „pot experiments“ zu handeln.

Ebenso scheinen Broadfoot's (1934, S. 97) Freilandversuche, die an verschiedenen Stationen Kanadas durchgeführt wurden, zumeist auf schweren Lehmböden durchgeführt zu sein. Für eine gute Schutzwirkung der untersuchten Böden spricht insbesondere die niedrige „infection rating“ von 3,7 bei ununterbrochenem Weizenanbau, die einem leichten Befall entspricht. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß Broadfoot seine Untersuchungen auf Feldern durchführte, die nicht nur mit *Ophiobolus graminis*, sondern anscheinend auch mit *Helminthosporium sativum*, *Pythium* und anderen Fußkrankheitserregern verseucht waren.

Vor allem müssen aber bei Beurteilung der Ergebnisse von Russell folgende Überlegungen in Betracht gezogen werden. Russell führte seine Untersuchungen in der Weise durch, daß er unmittelbar über den Samen eine Schicht Infektionsmaterial ausbreitete und seine „disease rate“ vor allem auf Grund der mehr oder minder starken Hemmung der Entwicklung der oberirdischen Organe durch die Infektion errechnete. Nun sind unter natürlichen Verhältnissen die verseuchten Stoppeln zumeist tief in den Boden eingebracht, bzw. das infektiöse Material zerstreut im Boden vorhanden. Die Infektion wird daher in der Regel an den tiefer in den Boden eingedrungenen Wurzeln oder zumindest in einiger Entfernung vom Samen einsetzen. Kritisch wird der Befall jedoch erst, wenn die Makrohyphen den Wurzelhals erreicht haben und hier zentral die Wasserzufuhr für die oberirdischen Organe abdrosseln. Es kommt somit unter natürlichen Verhältnissen der Geschwindigkeit, mit welcher die Laufhyphen die Wurzelkrone erreichen, eine ausschlaggebende Bedeutung zu (vgl. Garrett 1936, S. 692, Fellows und Ficke 1934). Auch auf gut schützenden Böden sind an dem Wurzelsystem des Weizens sehr häufig lokale Infektionen geringerer Ausbreitung in Form einiger Zentimeter langer geschwärmter, mit Laufhyphen bedeckter Zonen zu erkennen. Sie vermögen infolge des ungünstigen Bodenzustandes jedoch nicht bis an die Halmbasis vorzudringen. Die Pflanzen leiden daher verhältnismäßig wenig. Die zentrale Stellung, die der Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen für das Ausmaß des Schadens unter natürlichen Verhältnissen zukommt, wird hier nochmals unterstrichen. Dieses Moment wird jedoch völlig ausgeschaltet, wenn die Infektion durch direkte Berührung von Myzel und Samenkorn erfolgt. Der Fehler, der in der Einführung einer derartigen Infektionsmethodik liegt, kommt nicht zur Geltung, wenn auf Grund des Verfahrens von Garrett die Länge der verpilzten Keimwurzelzone erfaßt wird. Wird dagegen der Infektionsverlauf nach Maßgabe der Entwicklungsverzögerung der Pflanze beurteilt, so muß folgendes berücksichtigt werden.

1. Durch die Vernachlässigung der Wachstumsgeschwindigkeit der Makrohyphen wird ein unter natürlichen Verhältnissen ausschlaggebendes Moment nicht erfaßt.

2. Feinere Abstufungen in der Wirksamkeit eines Faktors können nicht beobachtet werden, da nur unter besonders ungünstigen Verhältnissen der unmittelbare Angriff des Parasiten auf die Wurzelkrone nicht zu allerschwerster Schädigung der Pflanze führen wird.

Beide Umstände mögen dazu geführt haben, daß Russell keinen Einfluß der physikalischen Bodenstruktur auf den Befall beobachten konnte.

d) Freilandversuche.

Bei der Anlage von Freilandversuchen mit dem Ziele, den Befall durch festere Schichtung des Bodens herabzusetzen, war somit Bedacht darauf zu nehmen, daß die Versuche zunächst auf Böden geringerer Schutzwirkung durchgeführt wurden. Um unkontrollierbare Einflüsse des Edaphons auszuschalten, wie sie bei der Einbringung von verpilzten Weizenkörnern als Infektionsmaterial in die Drillreihen infolge von heftigen Zersetzungserscheinungen unvermeidlich sind, wurde ein durch ununterbrochenen, mehrjährigen Weizenanbau ziemlich gleichmäßig mit *Ophiobolus graminis* verseuchter Schlag mit sandigem Lehm Boden zur Anlage der Versuche benutzt. Die Verwendung natürlich verseuchten Bodens schloß zudem den weiteren entscheidenden Vorteil in sich, daß Fehler, wie sie durch die Infektion der Wurzel unmittelbar an ihrer Basis infolge der Berührung von Samenkorn und Infektionsmaterial und gleichzeitige Bonitierung nach der Entwicklung oder dem Ertrag entstehen können (s. S. 546—547), vermieden werden.

Die Parzellen maßen 5 m im Geviert. Nach der üblichen Feldbestellung wurden 4 Parzellen nochmals mit dem Karst tiefgründig gelockert, während der Boden in den vier anderen Parzellen mit einer Handwalze fest geschichtet wurde. Nachdem diese Parzellen durch einen Eggstrich wieder oberflächlich gelockert waren, wurde am 2. April Sommerweizen gesät, und in den gefestigten Parzellen die Saat nochmals leicht angewalzt. Ein starker Befall des Weizens durch *Ophiobolus graminis* blieb aus, doch zeigte eine Untersuchung der Wurzeln in dem lockeren und gefestigten Boden immerhin deutliche Unterschiede in der Infektionsstärke des Wurzelsystems. Die folgende Tabelle (Tabelle XIII) gibt das Ergebnis einer genaueren Untersuchung von je 75 Pflanzen pro Parzelle wieder.

Die Herabsetzung der Infektion durch die Bodenfestigung ist offensichtlich.

Weiterhin wurden auf zwei Sommerweizenschlägen der westlichen, stark podsolierten, sandigen Endmoräne Schleswig-Holsteins südlich

Tabelle XIII.

	Gesamtzahl der untersuchten Pflanzen	Zahl der Pflanzen mit deutlicher Schwärzung größe- rer Wurzelpartien	Zahl der Pflanzen mit geringer Schwär- zung oder ganz ge- sunden Wurzeln
Boden locker	300	223	77
Boden fest	300	52	248

von Itzehoe eingehendere Freilandbeobachtungen durchgeführt. Es handelt sich um ein Gebiet, indem der Weizenanbau infolge der mangelnden Bodenqualität so gut wie ganz fehlt. Der Boden auf den beiden Schlägen war von sehr leichter, sandiger, etwas humoser Natur. Die Saat war in ein übermäßig lockeres, fast puffiges Bett eingebracht. Nur stellenweise war der Boden fester geschichtet. Der Bestand wurde stark durch die Schwarzbeinigkeit geschädigt. Es wurde bei einer Anzahl von Pflanzen die Befallstärke auf den besonders lockeren und den festeren Teilen untersucht, wobei die Randzone des Feldes in einer Breite von 10 m nicht einbezogen wurde (Tabelle XIV).

Tabelle XIV.

Bodenstruktur		Anzahl der untersuchten Pflanzen	Anzahl der stark befallenen Pflanzen	Anzahl der mittel befallenen Pflanzen	Anzahl der schwach befallenen oder ge- sunden Pflanzen
Schlag I	locker	297	113	108	76
	fest	322	26	132	164
Schlag II	locker	236	98	65	73
	fest	178	18	72	88

Auch hier ist die günstige Wirkung der Bodenfestigung eindeutig zu erkennen.

Besonderes Interesse hat in diesem Zusammenhang ein Versuch, der auf dem mittelschweren Lehm Boden des Versuchsfeldes des Instituts für Pflanzenkrankheiten in Bonn durchgeführt wurde. Es handelt sich um den gleichen Boden, der im Gefäßversuch im natürlichen Zustand eine wenn auch verhältnismäßig schwache aber doch deutliche Hemmung der Infektion durch die Festigung erkennen ließ (Tabelle XI). Es war eine Entscheidung erwünscht, ob unter diesen Bedingungen eine im Rahmen der praktischen Möglichkeiten durchgeführte Festigung noch einen hinreichenden Erfolg verspricht. Der Schlag, der als guter Weizen-

boden angesprochen werden kann, war durch ununterbrochenen Weizen- und Gerstenanbau stark mit *Ophiobolus graminis* verseucht. Die 5×20 m großen Parzellen wurden in folgender Weise hergerichtet. Die lockeren Streifen wurden mit der Motorfräse gründlich aufgelockert, die gefestigten Parzellen wurden vor der Saat (Carsten V) dagegen zweimal gewalzt und dann leicht aufgeeggt. Nach der Saat wurde nochmals gewalzt und zum Schluß ein Eggstrich über den ganzen Schlag gegeben. Zur Zeit der Schnittreife stand der Weizen auf den gefestigten Parzellen deutlich besser. Es fehlten nicht nur die Nester mit weißährigen Halmen, wie sie auf den lockeren Parzellen zu finden waren, sondern der Weizen zeigte im ganzen ein kräftigeres Aussehen. Besonders auffällig war folgende Beobachtung: Während die infolge des Ophiobolosebefalls früher reifenden weißährigen Pflanzen auf den lockeren Parzellen schon von den Spatzen kahlgefressen waren, hatte der gesündere, später reifende Weizen auf den gewalzten Teilen viel weniger unter diesen Schädlingen gelitten und hob sich dadurch deutlich hervor. Eine statistische Auswertung des Versuches wird an anderer Stelle gegeben werden.

Die Abhängigkeit des Festigungsquotienten von anderen Umweltfaktoren mahnt jedoch zur Vorsicht bei der Verallgemeinerung dieser Resultate. Trotz der positiv verlaufenen Freilandversuche läßt sich vorläufig noch nicht absehen, auf welchen Bodentypen und Bodenqualitäten die Festigung einen praktisch hinreichenden Erfolg gewährleistet. Zwar darf als sicher gelten, daß auf den leichteren Böden die Aussicht auf Erfolg am größten ist. Fraglich bleibt jedoch, bis zu welchen Bodenqualitäten hinauf der Festigungsquotient eine praktisch hinreichende Höhe behält. Doch scheint das positive Resultat des zuletzt angeführten Freilandversuches für die Möglichkeit einer Ausdehnung des Verfahrens auf schwere Böden zu sprechen. Die Untersuchung des Festigungsquotienten möglichst zahlreicher Bodentypen in kurzfristigen Gefäßversuchen ist daher eine vordringliche Aufgabe.

Ferner muß berücksichtigt werden, daß der Erfolg der Bodenverdichtung von dem Ausmaß der Bodenverseuchung abhängen wird. In stark infizierten Böden, die in allen Schichten reichlich mit dem Pilzmyzel durchsetzt sind, wird die Infektion sehr häufig in so großer Nähe der Halmbasis erfolgen, daß eine Hemmung der Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen nicht ins Gewicht fällt. Die Wirkung der Bodenfestigung besteht aber vornehmlich darin, daß durch die Hemmung der Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen die im unteren Teil der Wurzeln im Kontakt mit den untergepflügten Stoppeln erfolgende Infektion die Halmbasis mit erheblicher Verzögerung erreicht. Daraus folgt wiederum, daß auch ein genügend tiefes Unter-

bringen der verseuchten Stoppeln eine wesentliche Voraussetzung für den praktischen Erfolg der Bodenfestigung sein kann.

Weiterhin ist in Erwägung zu ziehen, daß die Bedeutung der Bodenfestigung und insbesondere das Ergebnis von einschlägigen Freilandversuchen vom Verlauf der Witterung und dem Aussaattermin abhängen wird. Eine wesentliche Infektion des Weizens setzt in unserem Klima nämlich erst mit dem Eintreten höherer Bodentemperaturen im Frühjahr ein (vgl. die folgenden Veröffentlichungen). Eine Erhöhung der Temperatur von 10 ° auf 22 ° C steigert nach diesen Untersuchungen die Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen um das 2- bis 5 fache!). Es hängt also alles davon ab, ob die versuchsmäßig erzielten Unterschiede in der Bodenstruktur zu diesem Zeitpunkt noch vorhanden sind. Für Winterweizen wird diese Bedingung infolge der zumeist reichlichen Niederschläge in der Zeitspanne zwischen der Einsaat und dem kritischen Infektionsstadium häufig nicht erfüllt sein. Die Festigung kann daher nicht selten wirkungslos bleiben. Dagegen scheint bei der Bestellung von Sommerweizen einer sorgfältigen Verdichtung des Saatbettes eine größere Bedeutung zur Verhütung der Ophiobolose zuzukommen. Eine zu lockere Bodenstruktur zur Zeit der Einsaat wird in der Regel bis in die bald darauf folgende Periode des Vordringens der Laufhyphen an die Halmbasis erhalten bleiben. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, daß der oben (S. 548) geschilderte Versuch mit Winterweizen während einer ausgesprochen trockenen Witterungsperiode (1937/38) lief und den ganzen März hindurch ungewöhnlich hohe Bodentemperaturen herrschten, sodaß die Infektion ausnahmsweise frühzeitig einsetzen konnte.

Insbesondere muß auch darauf hingewiesen werden, daß in Ländern, wie Südastralien und Kanada, in denen der prophylaktische Wert einer dichten Bodenstruktur schon länger bekannt ist, die Voraussetzungen für einen solchen Erfolg wesentlich günstigere sind als in unserem Klima. In Kanada wird zur Hauptsache Sommerweizen angebaut (Henry 1932, S. 202). In Südastralien (Adelaide) geht der Wachstumsperiode des Weizens in den feuchten „Wintermonaten“ (Mai bis Oktober) der heiße, trockene Sommer (Dezember bis April) voraus [Clayton (1934, S. 195), Garrett (1934a, S. 976ff.)]. Da eine mangelhafte Ablagerung des Bodensich unter diesen Umständen den trockenen Sommer hindurch halten wird, kommt Kulturmaßnahmen, die auf eine dichte Struktur des Saatbettes abzielen, besondere Bedeutung zu. Unter diesen klimatischen Verhältnissen wird der Wert der Bodenfestigung sogar so hoch eingeschätzt, daß man, um jede unnötige Bodenlockerung zu vermeiden, das Risiko einer sehr flachen Pflugfurche (2 inch nach Samuel und Garrett (1933, S. 723) in Kauf nimmt.

Ein gut abgesetztes Saatbett kann auch durch eine möglichst frühzeitige Pflugfurche erreicht werden. Nach Meyer-Bahlburg (briefliche Mitteilung) läßt zeitiges tiefes Pflügen mit sauberer Vorschälerfurche und nachfolgendem Untergrundpacker auch nach ophioboloseverseuchter Vorfrucht hohe Erträge erzielen. Ebenso empfiehlt Garrett (1937b, S. 8 und 11) neuerdings zwischen dem Pflügen und der Einsaat einen möglichst langen Zeitraum einzuschalten. Allerdings spielt hier neben der besseren Ablagerung des Saatbettes auch die raschere Zersetzung der untergepflügten verseuchten Stoppeln im Boden hinein.

Im Freiland werden die Verhältnisse weiter dadurch kompliziert, daß die Verdichtung des Bodens nicht nur auf die parasitische, sondern gleichzeitig auf die „saprophytische“ Phase, d. h. auf die Erhaltung des wachstumsunfähigen Myzels im Boden [vgl. S. 527 und Garrett (1936)] Einfluß hat. Die Zersetzungsgeschwindigkeit des Infektionsmaterials in natürlich verseuchten Böden wird von der Schnelligkeit der Sauerstoffzufuhr, also der Bodendurchlüftung und damit der mechanischen Struktur des Substrates abhängen. Insbesondere ist hier auf die Untersuchungen von Fellows (1937b) hinzuweisen, der folgendes feststellte: „The abundance of the parasite in infested soils is altered by various combinations of moisture, temperature and compactness of the soil. In general, cool soils tend to retain the organism and warm ones to lose it. A warm loose soil retains a minimum of the organism and a cool compact moist soil the most“. Ebenso betonte Garrett kürzlich (1937b, S. 5): „work now in progress indicates, that these conditions of soil temperature, moisture, etc. favouring increased activity of the general soil microflora promote also the more rapid disappearance of the take-all fungus from infected stubble buried in the soil [vgl. auch Garrett (1938, S. 167)]. Es darf aber als sicher gelten, daß eine bessere Durchlüftung des Bodens die Tätigkeit des Edaphons steigert (Löhnis 1926, S. 345; Stoklasa 1926, S. 730—736; Lundegårdh 1925, S. 365).

Die Ansprüche des Pilzes an die physikalisch-chemischen Bodenzustände, insbesondere an die mechanische Bodenstruktur, bzw. Durchlüftung sind also in der parasitischen Phase entgegengesetzt den optimalen Bedingungen im pseudosaprophytischen [Garrett (1936)] Lebensabschnitt. Während eine lockere Schichtung des Bodens das Wachstum der Laufhyphen an den Wurzeln fördert und damit der Verseuchung des Bodens Vorschub leistet, hilft sie andererseits in Abwesenheit der Wirtspflanzen das Infektionsmaterial rascher zu zersetzen und so die Verseuchung zu beseitigen. Diese Auffassung konnte durch Vorversuche des Verfassers über die Zersetzung des Infektionsmaterials im Boden bestätigt werden (vgl. Blunck 1938).

Ob und wie weit die günstige Wirkung der Bodenfestigung gegenüber der Infektion selbst durch den gegenläufigen konservierenden

Einfluß auf das saprophytische Myzel verschleiert werden kann, muß noch geklärt werden. Jedenfalls ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß für die stärkere Infektion am Vorgewende und Feldrande neben der stärkeren Verseuchung durch die Parasitierung der Wildgräser auch die bessere Konservierung des Infektionsmaterials durch die dichtere Bodenstruktur verantwortlich zu machen ist.

Aus diesen Untersuchungen ist die praktische Folgerung zu ziehen, daß die Bekämpfung der Ophiobolose durch die Bodenbearbeitung in zwei Abschnitte zerfällt:

1. Die Verzögerung der Infektion durch eine festere Schichtung des Bodens während des Anbaues der anfälligen Frucht.
2. Die Beseitigung der Bodenverseuchung durch Herstellung einer lockeren Bodenstruktur während des Anbaues nicht anfälliger Früchte.

D. Zusammenfassung.

1. Das Infektions- und Bonitierungsverfahren Garrett's wurde auf seinen Wert geprüft. Seine Überlegenheit über die bisher angewandten Methoden wurde dargelegt. Hervorzuheben ist die absolute Objektivität des Verfahrens und die mit ihm gegebene Möglichkeit, das unter natürlichen Verhältnissen für die Schnelligkeit des Infektionsverlaufes und die Höhe des Ertragsausfalles ausschlaggebende Moment, die Wachstumsgeschwindigkeit der Laufhyphen, zu erfassen.

2. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß Angaben über die Erhöhung des Ophiobolosebefalles durch eine festere Schichtung des Bodens auf die stärkere Verseuchung an diesen Stellen durch anfällige Gräser oder ein ungenügendes Unterbringen der verseuchten Stopppeln zurückzuführen sind.

3. *Ophiobolus graminis* ist im natürlichen Boden zu keinem aktiven saprophytischen Wachstum befähigt, und das vegetative Myzel unterliegt in dieser „pseudosaprophytischen“ Phase (Garrett) der Zersetzung durch die Bodenmikroben. Angesichts des daher raschen Absinkens der Bodenverseuchung in Abwesenheit anfälliger Pflanzen und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Pilz sich nur auf seinen Wirtspflanzen im Boden auszubreiten vermag, gewinnt die Anfälligkeit zahlreicher Unkräuter erhöhte Bedeutung.

4. Eine Festigung locker gehaltenen Bodens führt im Gefäßversuch in jedem Falle zu einer Herabsetzung der Infektion. Das war bei allen drei untersuchten Einsporstämmen von *Ophiobolus graminis* zu beobachten. Die untersuchten Stämme sind jedoch gegen Festigung des Bodens verschieden empfindlich.

5. Die hemmende Wirkung der Festigung (Festigungsquotient) ist in der Regel um so stärker, je feuchter das Substrat ist.

6. Die infektionshemmende Wirkung der Bodenfestigung beruht auf einer Verschlechterung der Bodendurchlüftung.

7. Es wurde festgestellt, daß in sterilisierten Substraten der Festigungsquotient bei hinreichender Bodenfeuchtigkeit (50%) um so höhere Werte erreicht, je ton- oder humusreicher der Boden ist. Bei niedriger Bodenfeuchtigkeit (20%) ist dagegen der Effekt der Festigung im sandreichen Substrat am größten, weil sich der Lehmboden im wasserarmen Zustand sehr schlecht verdichten läßt.

8. Im natürlichen Boden ist der Festigungsquotient dagegen um so höher, je ton- und humusärmer das Substrat ist. Es wurde wahrscheinlich gemacht, daß die Ursache dieser paradoxen Erscheinung in der Interferenz einer infektionshemmenden Kraft in den natürlichen Böden zu suchen ist, die nach dem Relativitätsgesetz (Lundegårdh) den Effekt der Bodenfestigung herabsetzt. Wie in weiteren Veröffentlichungen gezeigt wird, beruht diese Interferenz auf den seitens des Edaphons in die Bodenlösung abgeschiedenen, die Entwicklung von *Ophiobolus graminis* hemmenden Stoffwechselprodukten.

9. In Freilandversuchen mit Sommer- und Winterweizen wurde gleichfalls eine deutliche Herabsetzung der Infektion durch Festigung des Saatbettes beobachtet.

10. Der praktische Erfolg der Bodenverdichtung hängt neben der Art des Bodens vor allem vom Witterungsverlauf, der Saatzeit (Sommer- oder Winterweizen) und dem Grad der Bodenverseuchung ab. Bei sehr starker Myzelanreicherung im Boden ist kaum mit einer fühlbaren Verminderung der Infektion zu rechnen. Der prophylaktische Wert der Bodenfestigung wird bei Sommerweizen im allgemeinen höher als bei Winterweizen einzuschätzen sein.

11. Die Zersetzung des Infektionsmaterials im Boden scheint durch eine lockere Bodenstruktur beschleunigt zu werden. Die Bekämpfung der Ophiobolose durch die Bodenbearbeitung zerfällt somit in 2 Abschnitte:

- a) Die Verzögerung der Infektion durch eine festere Schichtung des Bodens während des Anbaues anfälliger Früchte.
- b) Die Beseitigung der Bodenverseuchung durch Herstellung einer lockeren Bodenstruktur während des Anbaues nicht anfälliger Pflanzen.

Schrifttum.

- Adam, D. B. & Colquhoun, T. T.: The spread of take-all through the soil. — J. Aust. Inst. agric. Sci., **11**, 172, 1936.
- Allen, M. C. & Haenseler, C. M.: Antagonistic action of *Trichoderma* on *Rhizoctonia* and other soil fungi. — Phytopathology, **25**, 244, 1935.
- Bisby, G. R., James, N. and Timonin, M.: Fungi isolated from Manitoba soil by the plate method. — Can. Journ. Res., **8**, 253, 1933.

- Blackman, F. F.: Optima and limiting factors. — Ann. of Bot., **19**, 281, 1905.
- Blanchard, E. E. & Carrera, D. C.: Causas que originan pérdidas en los cultivos de Trigos en el sur de la Prov. de Buenos Aires, este y norte de la Pampa. — Bol. Minist. Agric. B. Aires, **32**, 1, 1933.
- Blunck, H.: Fußkrankheiten des Getreides. — Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, **9**, 49, 1929.
- — Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. — Mitt. Deutsche Landw. Gesellschaft, **48**, 262, 286, 377, 1933.
- — Fußkrankheiten bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Der Forschungsdienst, Sonderheft 8, 235, 1938.
- Bonde, R.: Physiological strains of *Alternaria solani*. — Phytopathology, **19**, 533, 1929.
- Brittlebank, C. C.: Green manurial crops and „take-all“. — Journ. Dept. Victoria, **19**, 171, 1919.
- Broadfoot, W. C.: Does the wheat plant become more susceptible to the foot rotting fungi with increasing age. — Ann. Rpt. Dominion Botanist, Dept. of Agric. Canada, 1930.
- — Studies on foot and root rot of wheat I, effect of age of the wheat plant upon the development of foot and root rot. — Can. J. Res., **8**, 483, 1933 a.
- — Studies on foot and root rot of wheat II. Cultural relationships on solid media of certain microorganisms in association with *Ophiobolus graminis* Sacc. — Can. Journ. of Res., **8**, 545, 1933 b.
- — Studies on foot and root rot of wheat III. effect of crop rotation and cultural practice on the development of foot rot of wheat. — Canad. Journ. of Res., **10**, 95, 1934.
- Brömmelhues, M.: Die wechselseitige Beeinflussung von Pilzen und die Bedeutung der Pilzkonkurrenz für das Ausmaß der Schädigung an Weizen durch *Ophiob. gram.* — Zentralbl. f. Bakt. II., **92**, 81, 1935.
- Brooks, Ch. & Cooley, I. S.: Time temperature relations in different types of peach-rot infection. — Journ. Agric. Res., **37**, 507, 1928.
- Brown, W.: On the germination and growth of fungi at various temperatures and in various concentrations of oxygen and carbon dioxide. — Ann. of Botany, **36**, 257, 1922.
- Brüne & Janssen: Die Stellung des Weizens in der Fruchtfolge. — Landw. Wochenblatt, Schleswig-Holstein, **83**, 584, 1933.
- Bussmann, B.: Beiträge zur Kenntnis der Fußkrankheiten des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der durch *Ophiobolus graminis* Sacc. verursachten Schwarzbeinigkeit des Weizens. — Dissertation, Bonn, 1933.
- — Untersuchungen über die Virulenz von *Ophiobolus graminis* Sacc. — Phytopath. Zeitschr., **9**, 571, 1936.
- Clayton, H. H.: World weather records. — Washington, 1934.
- Conn, H. I. & Bright, I. W.: Ammonification of manure in soil. — Journ. Agric. Res., **16**, 313, 1919.
- Davis, R. J.: Studies on *Ophiobolus graminis* and the take-all disease of wheat. — Journ. Agricult. Research **31**, 801, 1925.
- Dickson, J. G.: Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. — Journ. Agric. Res., **23**, 837, 1923.
- Dickson, J. G., Eckerson, S. H. & Link, K. P.: The nature of resistance of seedling blight of cereals. — Proc. Nat. Acad. Sci., **9**, 434, 1923.

- Van Eek, Th.: Wortelrot van *Viola tricolor* L. Max. hort. — Dissertation. Amsterdam, 1937.
- Endo, S.: Studies on the antagonism of microorganism. V. — Miyazaki Coll. Agr. For., **8**, 61, 1935.
- Fawcett, H. S.: The importance of investigations on the effects of known mixtures of microorganisms. — Phytopath., **21**, 545, 1931.
- Fellows, H.: The influence of oxygen and carbon dioxide on the growth of *Ophiob. gram.* in pure culture. — Journ. Agr. Res., **37**, 349, 1928a.
- — Some chemical and morphological phenomena attending infection of, the wheat plant by *Ophiobolus graminis*. — Journ. Agricult. Research **37**, 647, 1928b.
- — The infestation of soil with *Ophiobolus graminis* and its subsequent increase and spread in the soil. — Phytopath., **27**, 956, 1937 a.
- — Effect of climatic conditions on the prevalence of *Ophiobolus graminis* in the soil. — Phytopath., **27**, 956, 1937 b.
- — Interrelation of take-all lesions on the crowns, culms and roots of wheat plants. — Phytopathology, **28**, 191, 1938.
- Fellows, H. & Ficke, C. H.: Effect on wheat plants of *Ophiobolus graminis* at different levels in the soil. — Journ. Agric. Res., **69**, 871, 1934.
- Fish, S.: Take-all in wheat. Field observation at Murrayville. — Journ. Dept. Agric. Victoria, **25**, 423, 1927.
- Garrett, S. D.: Factors affecting the severity of take-all. — Journ. of Agric. of South Austr., **37**, 664, 799, 976, 1934 a.
- — Factors affecting the pathogenicity of cereal foot-rot fungi. — Biolog. Reviews, **9**, 351, 1934 b.
- — Soil conditions and the take-all disease of wheat. — Ann. appl. Biol., **23**, 667, 1936.
- — Soil conditions and the take-all disease of wheat. II. The relation between soil reaction and soil aeration. — Ann. Appl. Biol., **24**, 747, 1937 a.
- — Take-all or white heads disease of wheat and barley and its control. — Journ. of the Royal Agric. Soc. of England, **98**, 1937 b.
- — Soil conditions and the root-infecting fungi. — Biological Reviews, **13**, 159, 1938.
- Glynne, M. D.: Incidence of take-all on wheat and barley on experimental plots at Woburn. — Ann. Appl. Biol., **22**, 225, 1935.
- Gray, I.: Takeall and oats. — South Australia Agr. Dept. Journ., **17**, 631, 1914.
- Greaney, F. J. & Machacek, I. E.: Studies on the control of root-rot diseases of cereals caused by *Fusarium culmorum* and *Helminthosporium sativum*. II. Pathogenicity of *Helminthosporium sativum* as influenced by *Cephalothecium roseum* Corda in greenhouse pot tests. — Scientific. Agric., **15**, 377, 1935.
- Greese, S.: Zur Fußkrankheit des Weizens. — Ill. Landw. Ztg., **49**, 586, 1929.
- Gregory, F. G. & Horne, A. S.: A quantitative study of the course of fungal invasion of the apple fruit, and its bearing on the nature of disease resistance. Part. I. The statistical method of studying fungal invasion. — Proc. Roy. Soc., B., **102**, 427, 1928.
- Griffiths, R. L.: Fallowing and cultivation methods for sandy soils. — Journ. Dept. Agr. Sth. Aust., **33**, 513—522, 1930.
- — „Take-all“. Incidence and control on the lighter soils of the mallee. — Journ. Dept. Agr. South. Austr., **36**, 774, 1933.

- Guyot, L.: Quelques observations sur diverses maladies des céréales. — Rev. de path. végét. et d'entomol. agric., **11**, 268, 1924.
- Harder, R.: Kritische Versuche zu Blackmans Theorie der „begrenzenden Faktoren“ bei der Kohlensäureassimilation. — Jahrb. f. wiss. Botanik, **60**, 531, 1921.
- Hartley, C.: Damping off in forest nurseries. — U.S. Dept. Agric. Prof. Paper Bull., **934**, 1921.
- Hartmann, A.: Takeall. — South Austr. Agric. Dept. Journ., **17**, 249, 1914.
- Hempelman, — & Steininger: Beobachtung über Fußkrankheit am Weizen. — Mitt. der D.L.G., **48**, 783, 1933.
- Henry, A. W.: Influence of soil temperature and soil sterilisation on the reaction of wheat seedlings on *Ophiobolus graminis*. — Can. Journ. Res., **7**, 198, 1932.
- — The natural microflora of the soil in relation to the foot-rot problem in wheat. — Can. Journ. Res., **4**, 69, 1931.
- Hoffmann, —: Erst lockern, dann pflügen und — vermehrter Weizenanbau. — D. L. Pr., **59**, 438, 1932 a.
- —: Zur Frage der Fußkrankheiten. — D. L. Pr., **59**, 500, 1932 b.
- — Weizenanbau und Fußkrankheiten. Mitt. d. D. L. Ges., **47**, 750, 1932 c.
- van den Honert, —: Carbon dioxyde assimilation and limiting factors. — Rec. d. trav. bot. néerland., **27**, 1930.
- Kirby, R. S.: The take-all disease of cereals and grasses. — Phytopath., **12**, 66, 1922.
- — The take-all disease of cereals and grasses. — Cornell Agric. Exp. Sta. Mem., **88**, 45, 1925.
- Kossel, G.: Der Weizenhalmtöter. — Ill. landw. Pr., **47**, 409, 1927.
- van de Laar, I. H. I.: Onderzoekingen over *Ophiobolus graminis* Sacc. en *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. en over de door deze fungi veroorzaakte ziekten van *Triticum vulgare* Vill. en andere Gramineae. — Instituut voor Phytopathology, Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek, Mededeeling **55**, Wageningen 1931.
- Lauritzen, J. I.: *Rhizoctonia* rot of turnips in storage. — Journ. Agric. Res., **38**, 93, 1929.
- Lewis, J. M.: Bacterial antagonism with special reference to the effect of *Pseudomonas fluorescens* on spore forming bacteria in soils. — Journ. Bact., **17**, 89, 1929.
- Löhnis, F.: Vorlesungen über Landwirtschaftliche Bakteriologie. — Berlin, Bornträger, 1926.
- Lundegårdh, H.: Ecological studies in the assimilation of certain forest-plants and shore-plants. — Svensk Bot. Tidskr., **15**, 46, 1921.
- — Die Bedeutung des Kohlensäuregehaltes und der H-Ionenkonzentration des Bodens für die Entstehung der Fusariosen. — Bot. Notiser, S. 25, 1923.
- — Über die Interferenzwirkung von Wasserstoffionen auf die Keimung und das Wachstum des Weizens. — Biochemische Zeitschr., **149**, 207, 1924 a.
- — Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration in Gegenwart von Salzen auf das Wachstum von *Gibberella Saubinetii*. — Biochemische Zeitschrift, **146**, 564, 1924 b.
- — Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Ein Beitrag zur Pflanzenökologie und zur landwirtschaftlichen Düngungslehre. — Jena 1924 c.
- — Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena 1925.
- — Die Kohlensäureassimilation der Zuckerrüben. — Flora, **121**, NF. 21, 273, 1927.

- Marshall, C. E.: A preliminary note on the associative action of Bacteria in the souring of milk. — Zentralbl. f. Bakt. II., **11**, 739, 1904.
- McKinney, H. H.: Foot-rot diseases of wheat in America. — United States Dep. of Agric. Dep. Bull., Nr. 1347, Washington 1925.
- — Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. — Journ. Agric. Res., **26**, 195, 1923.
- McKinney, H. H. & Davis, R. J.: Influence of soil temperature and moisture on infection of young wheat plants by *Ophiobolus graminis*. — Journ. Agr. Res., **31**, 827, 1925.
- Melchers, L. E. & McKinney, H. H.: Studies of foot-rot of wheat (Take-all) in Kansas. Second report of progress. — Transactions Kansas Academy of Science, **32**, 142, 1929.
- Meyer-Bahlburg, —: Ursachen des besonders starken Halmtöterbefalles. — Deutsch. Landw. Presse, **59**, 588, 603, 1932.
- Millard, W. A. & Taylor, C. B.: Antagonism of microorganism as the controlling factor in the inhibition of scab by green manuring. — Ann. Appl. Biology, **14**, 202, 1927.
- Moritz, O.: Entstehungsbedingungen und Verhütungsmöglichkeiten der Ophiobolose des Weizens. — Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, **12**, 100, 1931 a.
- — Zum Problem der Fußkrankheit des Weizens. — Ang. Botanik, **13**, 151, 1931 b.
- — Weitere Studien über die Ophiobolose des Weizens. — Arb. a. d. Biol. R.A., **20**, 27, 1932 a.
- — Die Fußkrankheit des Weizens. — Mitt. d. Deutschen Landw. Ges., **47**, 957, 1932 b.
- — Die Getreidefußkrankheiten. — Landw. Wochenbl. für Schleswig-Holstein, **83**, 331, 1933.
- Müller-Kögler, E.: Die Anfälligkeit der Hauptgetreidearten gegenüber *Ophiobolus graminis* Sacc. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, **44**, 481, 1934.
- — Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit des Getreides und den Wirtspflanzenkreis ihres Erregers. — Arb. aus d. Biol. R.A., **22**, 271, 1938.
- Ostermayer, A.: Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. — Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, **12**, 61, 1934.
- Padwick, G. W. & Henry, A. W.: The relation of species of *Agropyron* and certain other grasses to the foot-rot problem of wheat in Alberta. — Canad. Journ. Res., **8**, 349, 1933.
- Padwick, G. W.: Influence of wild and cultivated plants on the multiplication, survival and spread of cereal foot-rotting fungi in the soil. — Can. Journ. Res., **12**, 575, 1935.
- — Biologic strains of *Ophiobolus graminis* Sacc. — Annals of appl. Biol., **23**, 45, 1936.
- Pringsheim, E. G.: Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze. — Zeitschr. f. Bot., **6**, 577, 1914.
- Putterill, —: Vrot-pootjie or take-all of wheat. — Journ. Dept. S. Africa, **8**, 602, 1924. — Ref.: Rev. Appl. Myc., **4**, 27, 1925.
- Rademacher, B.: Gründung und Zwischenfruchtbau als Pflanzenschutz. — Mitt. f. d. Landw., **49**, 635, 1934.
- Rennerfelt, E.: Undersökningar över strårötar hos våra sädesslag. — Centralanst. för försöksväsendet på jordbraksområdet. Medd. Nr. 440, 1933.

- Rosen, H. R. & Elliot, J. A.: Pathogenicity of *Ophiobolus cariceti* in its relationship to weakened plants. — J. Agric. Res., **25**, 351, 1923.
- Russell, R. C.: Studies of take-all and its causal organism *Ophiobolus graminis*. — Dom. of Canada, Dep. of Agric. Bull. Nr. 170 — New series, Ottawa 1934.
- Samuel, G.: Take-all investigations I. — Journ. Dept. of Agric. S. Australia, **27**, 438, 1923.
- — Take-all investigations II. — Journ. Dept. Agric. S. Australia, **27**, 1134, 1924.
- — Annual report of the lecturer on plant pathology. — Rept. Min. of Agric. S. Austr. for 1925.
- — Whiteheads or take-all in wheat. — J. Minist. Agric., **44**, 231, 1937.
- Samuel, G. & Garrett, S. D.: Ascospore discharge in *Ophiobolus graminis*, and its probable relation to the development of whiteheads in wheat. — Phytopath., **23**, 721, 1933.
- Sanford, G. B.: Some factors affecting the pathogenicity of *Actinomyces scabies*. — Phytopathology, **16**, 525, 1926.
- Sanford, G. B. & Broadfoot, W. C.: Studies of the effects of other soil-inhabiting micro-organisms on the virulence of *Ophiobolus graminis*. — Scientific Agric., **11**, 512, 1931.
- Schaffnit, E.: Beiträge zur Kenntnis der Fußkrankheit des Weizens. — Phytopath. Zeitschrift, **5**, 493, 1933.
- — Ertragseinbußen im Getreidebau durch Fußkrankheiten. — Mitt. d. D.L.G., **45**, 247, 1930.
- Schaffnit, E. & Meyer-Herrmann, K.: Über den Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. — Phytopath. Zeitschr., **2**, 93, 1930.
- Schaffnit, E. & Lüdtkke, M.: Über die Bildung von Toxinen durch verschiedene Pflanzenparasiten. — Berichte D. Bot. Ges., **50**, 444, 1932.
- Schliephacke, —: Wie schützen wir uns gegen die Fußkrankheiten des Weizens. — D. Landw. Presse, **63**, 447, 1936.
- Schmidt, —: Die Weißährigkeit (Ophiobolose) des Weizens. — Landw. Wochenblatt Schleswig-Holstein, **83**, 473, 1933.
- Schmidt, E. W. & Feistritzer, W.: Beiträge zur Fußkrankheit des Weizens und ihrer Bekämpfung. — Arch. f. Pflanzenbau, **8**, 405, 1932.
- — & — — Beiträge zur Fußkrankheit des Weizens und ihrer Bekämpfung. — Arch. f. Pflanzenbau, **9**, 391, 1933.
- Simonds, P. M., Russell, R. C. & Sallans, B. J.: A comparison of different types of rootrot of wheat by means of root excavation studies. — Scientific Agriculture, **15**, 680, 1935.
- Stebutt, A.: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. — Berlin, 1930.
- Stoklasa, J.: Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens. — Berlin, 1926.
- Tims, E. C.: An actinomycete antagonistic to a *Pythium* root parasite of sugar cane. — Phytopathology, **22**, 27, 1932.
- Thomas, R. G.: Ultima crop competition. — Journ. Dept. Agric. Victoria, **25**, 231, 1927 (zit. nach van de Laar 1931).
- Waksman, S. A.: Associative and antagonistic effects of microorganism. I. Historical review of antagonistic relationships. — Soil Science, **43**, 51, 1937.
- — Principles of Soil Mikrobiology. — London, 1931.
- Waksman, S. A. & Foster, I. W.: Associative and antagonistic effects of microorganisms. II. Antagonistic effects of microorganisms grown on artificial substrates. — Soil Sci., **43**, 69, 1937.

- Waksman, S. A. & Hutchings, I. J.: Associative and antagonistic effects of microorganisms. III. Associative and antagonistic relationships in the decomposition of plant residues. — *Soil Sci.*, **43**, 77, 1937.
- Waksman, S. A. & Starkey, R. L.: Partial sterilization of soil. — *Soil Science*, **16**, 137, 247, 343, 1923.
- Webb, R. W. & Fellows, H.: The growth of *Ophiobolus graminis* in relation to hydrogenion concentration. — *Journ. Agric. Res.*, **33**, 845, 1926.
- Weeks, I.: Bekämpfung der Weizenfußkrankheit. — *D. Landw. Presse*, **61**, 458, 1934.
- Weigert, I. & Weizel, H.: Über das Auftreten der Fußkrankheiten bei Getreide, vor allem bei Winterweizen, unter Berücksichtigung des Einflusses der Vorfrüchte. — *Pr. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, **11**, 249, 1934.
- — & — — Ertrags- und Güteminderung bei Getreide durch Fußkrankheiten. — *Pr. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, **12**, 289, 1935.
- — & — — Beobachtungen über das Auftreten von Getreideschädlingen unter dem Einfluß verschiedener Anbaumaßnahmen im Jahre 1935. — *Pr. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, **13**, 133, 1936.
- Weindling, R.: *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. — *Phytopathology*, **22**, 837, 1932.
- — Various fungi recently found to be parasitic on *Rhizoctonia solani*. — *Phytopath.*, **24**, 1141, 1934.
- — Studies on the lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. — *Phytopathology*, **24**, 1153, 1934.
- Weindling, R. & Fawcett, H. S.: Experiments in the control of *Rhizoctonia* damping-off of *Citrus* seedlings. — *Hilgardia*, **10**, 1, 1936.
- Winter, G.: Zur Frage der Bedeutung biologischer und edaphischer Faktoren für das Auftreten der Ophiobolose des Weizens. — *Zeitschr. f. Pflanzenkrankh.*, **47**, 370, 1937.
- — Neue Gesichtspunkte bei der Erforschung von Fußkrankheiten des Getreides. — *Fortschritte d. Landw.-chem. Forschung 1937. Vorträge und Berichte der Tagung der deutschen Landw. Chem. in Frankfurt a. M.* 243—247, 1938.
- Wurmbach, G.: Beiträge zur Kenntnis der Bodenatmung und der Kohlendioxydkonzentration der Bodenluft in landwirtschaftlich genutzten Flächen. — *Arch. f. Pflanzenbau*, **10**, 484, 1934.

Beiträge zur Frage des Zwischenwirtes für *Puccinia glumarum*.

Von Helen Hart¹⁾ und Hanna Becker.

Mit 1 Tabelle.

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der
Universität Halle-S. — Leiter: Prof. Th. Roemer.)

Aus unserer in dieser Zeitschrift unlängst erschienenen Arbeit (1)
über Auftreten und Verbreitung von Gelbrost geht hervor, daß eine Te-

¹⁾ H. Hart, vom Pflanzenpatholog. Institut St. Paul (Minnesota) U.S.A.,
war als Austauschassistentin 1937/38 in Halle.

leutosporengeneration für das Harzland und seine Umgebung zur Überbrückung von Zeiten mit ungünstigen Lebensverhältnissen (heiße Sommermonate und Winterfröste) nicht unbedingt notwendig ist. Im Sommer kann die Uredogeneration auf Gräsern (im vorliegenden Fall auf *Agropyrum caninum*) die heißen Monate überdauern, ebensogut wie auf Nachschossern oder frühem Ausfallgetreide. Im Winter kann ihr Mycel in den Blättern der Wintersaaten die verhältnismäßig kurzen Frostperioden überwinden. Aber für die Frage der physiologischen Spezialisierung und damit der Entstehung neuer Rassen ist die Zwischenschaltung einer Geschlechtsgeneration und damit die Mischung verschiedener Gene erforderlich, um das Auftreten immer wieder neuer Rassen zu erklären, wenn auch die Neubildung von Rassen durch Mutation (3) ebenfalls möglich ist. Bis jetzt ist für *Puccinia glumarum* in Deutschland kein Zwischenwirt bekannt, obgleich Tranzschel's (8) Beobachtungen im Jahre 1926 in der Krim ihn veranlaßten zu glauben, daß *Aecidium valerianella* Biv. — auf *Valerianella*-Arten — zu *Puccinia glumarum* gehört.

Schon in den Jahren 1891—1895 versuchten Eriksson und Hennig (2), einen Zwischenwirt für Gelbrost zu entdecken, indem sie einige Boraginaceen mit Teleutosporen von Weizenfeldern aus den Jahren 1891 und 1892 infizierten. Sie erzielten keine Infektion auf *Anchusa arvensis*, *A. officinalis*, *A. sempervirens*, *Nonnea rosea*, *Echium vulgare*, *Cynoglossum officinalis* oder *Pulmonaria officinalis*. Sie betrachteten *Puccinia glumarum* als monoezischen oder nichtwirtswechselnden Pilz, trotzdem sie niemals Rost auf *Triticum vulgare* erhielten, der mit Teleutosporen von *Pucc. glumarum* infiziert war.

Man hielt auch vorübergehend Arten der Berberitze oder Mahonia für Gelbrost-Zwischenwirte. Mains (4) studierte die Morphologie und systematische Verwandtschaft verschiedener heteroezischer Roste, von denen 3 Arten eng verwandt mit *Puccinia glumarum* sind, nämlich *P. Koeleriae*, *P. Arrhenatheri* und *P. montanensis*. Diese drei erzeugen Aecidien auf Berberitzen- und Mahonia-Arten, und wegen ihrer engen Beziehung zu *Pucc. glumarum* könne man annehmen, daß die Aecidienwirtspflanze dieses Rostes möglicherweise auch eine Art Berberitze oder Mahonia ist.

Straib (7) hat kürzlich berichtet, daß er „reichlich teleutotragendes Weizenstroh“ neben *Valerianella*-Arten auf dem Versuchsfeld in Braunschweig legte, aber er fand, daß sich im Frühsommer und auch später keine Aecidien auf *Valerianella vesicaria*, *V. discoidea*, *V. microcarpa*, *V. dentata* und verschiedenen Arten von *V. olitoria* gebildet hatten. Straib infizierte auch die Winterweizen Michigan Amber und Strubes Dickkopf mit 18 verschiedenen Proben eines Materials, das er auf

Berberitzen oder auf *Mahonia aquifolium* gesammelt hatte, aber er konnte keinen Gelbrost auf Weizen sicher feststellen.

Unsere Feldbeobachtungen und unsere Nachforschungen nach der Aecidienwirtspflanze von *Puccinia glumarum* wurden auf die Valerianaceen und auf die Berberidaceen konzentriert. Sobald wir Aecidien tragende Pflanzen in der Nähe von rostbefallenen Weizen- oder Gerstenfeldern fanden, wurden auch diese gesammelt und Michigan Amber mit diesen Aecidiensporen infiziert.

Mahonia kam überall in dem untersuchten Gebiet vor, wo auch Gelbrost auf Weizen beobachtet werden konnte. Sie ist meistens in Gärten oder Friedhöfen angepflanzt. Berberitzen sind nur selten und ganz vereinzelt anzutreffen, da sie als Zwischenwirt für Schwarzrost bekannt sind und aus diesem Grunde nicht gepflanzt werden sollen. In Gänsefurt a. d. Bode — in der Nähe von Staßfurt — wächst *Mahonia* verwildert auf Weiden und in Gehölzen. Aecidien auf *Mahonia* wurden am 8. und 23. Mai bei Gänsefurt und Meisdorf gesammelt, aber es zeigten sich nach Infektion auf Michigan Amber keine Uredopusteln.

Valerianella olitoria kommt sowohl im Oktober und November als im zeitigen Frühjahr, April und Mai im Unterharz und auf den anschließenden Feldern in der Ebene häufig vor. Die jungen Pflanzen erscheinen auf den Feldern, nachdem das Korn geerntet und bevor das Feld im Herbst umgepflügt wird. Verschiedene Rassen dieser Spezies werden auch als „Feldsalat“ am nördlichen Rand des Harzes und in anderen Teilen Deutschlands feldmäßig angebaut. Sollte *Valerianella olitoria* der Zwischenwirt für Gelbrost sein, so würden viele junge Pflanzen im Herbst der natürlichen Infektion ausgesetzt sein, sobald die Teleutosporen bald nach ihrer Bildung keimen. Auch im Frühjahr würde dazu noch einmal Gelegenheit sein, falls die überwinterten Teleutosporen auch noch zu dieser Zeit keimen. Im Oktober und November wurden die Felder bei Quedlinburg ausgiebig nach Rostinfektionen auf Feldsalat durchsucht. Zur gleichen Zeit wurden auch viele Stoppelfelder des Unterharzes und der angrenzenden Gebiete sorgfältig durchgesehen. *V. olitoria* gab es in Hülle und Fülle, aber niemals zeigten sich irgendwelche Anzeichen für Rostinfektionen, selbst nicht auf solchen Feldern, die im Sommer eine beträchtliche Menge Gelbrost gehabt hatten, und von denen Teleutosporen von *Puccinia glumarum* gesammelt worden waren.

Eine andere Gattung der Valerianaceen ist in Mitteldeutschland allgemein, nämlich *Valeriana*. Der „Große Baldrian“ — *Valeriana officinalis* — wächst auf Gebirgswiesen und in den schmalen Flußtalern des Harzes, sowie längs der Bäche des Tieflandes nördlich und südlich des Harzes. In drei Harzdörfern: Pansfelde, Meisdorf und Popperode wird er wegen der medizinischen Bedeutung der Wurzeln feldmäßig

angebaut. Leute aus diesen Dörfern fahren im zeitigen Frühjahr oft weit in die Ebene hinein, um neue junge Pflanzen für den Feldanbau zu sammeln, weil sie besser und schneller wachsen als diejenigen, die künstlich durch Samen herangezogen werden. Auf diese Weise kommen Baldrianpflanzen aus den verschiedensten Gebieten in diesem kleinen Anbaubezirk zusammen. Wenn diese Gattung die Wirtspflanze für *Pucc. glumarum* wäre, hätte man erwarten können, hier gelegentlich eine rostbefallene Pflanze zu finden. So wurden regelmäßig von Mai bis September diese Baldrianfelder und gleichzeitig auch Pflanzen an den verschiedenen natürlichen Standorten auf Rostbefall beobachtet.

Auf den Feldern von Pansfelde zeigte sich im Juli *Uromyces valerianae* in beträchtlichen Mengen. An den feuchten Stellen, an denen *Valeriana* wild wächst, wurde dieser Rost höchst selten gefunden. Nichts konnte irgendwie als ein Aecidieu-Stadium von *Puccinia glumarum* erkannt werden.

Valeriana dioica, der „Kleine Baldrian“, wächst ebenfalls an den Bächen des Harzes und deren Umgebung. Gewöhnlich erscheint er in der späteren Jahreszeit, aber er ist nicht so häufig wie *V. officinalis*. Rost wurde niemals auf dem „Kleinen Baldrian“ gefunden.

Teleutosporen von *Puccinia glumarum* können bald nach ihrer Bildung keimen, oder sie überwintern und keimen in dem darauffolgenden Frühjahr (2, 6). Für die folgenden Untersuchungen wurden Teleutosporen Ende Juli von Weizen und Gerste und von Hundsquecke, *Agropyrum caninum*, im späten November, Dezember und Januar gesammelt. Ein paar Teleutosporen, die sich im Gewächshaus gebildet hatten, wurden ebenfalls für künstliche Infektionen herangezogen. Sporen, die bei 15 ° C oder bei 1 ° C gehalten wurden, keimten besser als diejenigen bei 20 ° C. Bei Proben von *Agropyrum caninum* traten selten sekundäre Pilze auf, die das Keimen der Teleutosporen des Gelbrostes störten, während bei Weizen- und Gerstenproben, die meist im Freien aufbewahrt waren, oft *Alternaria* vorkam, wodurch häufig die Kulturen im hängenden Tropfen so gestört wurden, daß die Rostsporen gar nicht zum Keimen kamen.

Teleutosporen keimten in destilliertem Wasser leicht nach 24 bis 48 Stunden, besonders wenn das teleutotragende Stroh eine Stunde vorher eingeweicht wurde, bevor die Tropfenkulturen angesetzt waren. Ungefähr 50—80% der Teleutosporen von *Agropyrum caninum* pflegten jedes Mal zu keimen, aber bei Weizen- und Gerstenproben waren die Prozentsätze bedeutend niedriger. Die Behandlung mit Zitronensäure, die Raeder und Bever anwendeten, förderte bei unseren Versuchen nicht das Keimen der Teleutosporen und unterblieb deshalb nach den ersten Wochen.

Die sichtlich günstigste Keimtemperatur liegt zwischen 10 und 15° C — wie für Uredosporen. Eine oder beide Zellen einer Teleutospore bilden ein Promycelium, auf dem die vier Sporidien entstehen. Ist reichlich Sauerstoff vorhanden, so ist das Promycelium kurz und die Sporidien bilden sich sofort, indem sie direkt aus dem Promycelium herauswachsen oder sich an der Spitze kurzer Zweige bilden, die aus jeder Zelle des Promyceliums herausgewachsen sind. Wenn weniger Sauerstoff vorhanden ist, wird das Promycelium ziemlich lang und bildet Hyphen-Fäden anstatt Sporidien oder aber die Sporidien sehr spät.

Bei 10 und 15° C lösen sich die Sporidien von dem Promycelium und können innerhalb 12—15 Stunden keimen. Bei 15—18° C lösen sich die Sporidien gelegentlich überhaupt nicht, sondern keimen, während sie noch mit dem Promycelium verbunden sind. Wenn sich die Promycelien und Sporidien bei 15° C gebildet haben und dann einer Temperatur von 22° C ausgesetzt werden, so lösen sich die Sporidien nicht

Tabelle 1.

Die Infektion vermutlicher Zwischenwirte mit
Sporidien von *Puccinia glumarum*.

Mit Sporidien v. <i>Pucc. glum.</i> infiz. Pflanzen	Herkunft der Teleutosporen und Zahl der Infektionen		
	<i>Agropyrum</i> <i>can.</i>	Weizen	Gerste
<i>Valerianella olitoria</i> (ältere Pflanzen) .	61	4	4
<i>V. olitoria</i> (Keimlingspflanzen)			
Sorte: Elampes	24	2	2
„ Holländischer	16	4	0
„ löffel-blättriger Coblenzer	21	2	0
„ deutscher zarter	16	2	0
„ Mainzer Markt	18	6	4
„ dunkelgrüner, vollherziger, mit glänzenden Blättern	25	0	1
„ dunkelgrüner, breitblättriger, vollherziger	17	2	5
<i>Valeriana officinalis</i>	24	5	3
<i>V. dioica</i>	9	0	0
<i>Mahonia aquifolia</i> (Blätter nicht 8 Tage alt).	15	2	0
<i>Berberis vulgaris</i> (Blätter nicht 8 Tage alt).	25	10	0
<i>Agropyrum caninum</i> (Keimlingspflanzen) ¹⁾	111	0	0
<i>A. repens</i> (Keimlingspflanzen) ¹⁾	19	0	0

¹⁾ Beide Gräser wurden mit Einzelteleutosporen infiziert, die auf Agar zum Keimen gebracht waren und Promycelien mit Sporidien gebildet hatten.

mehr, noch keimen sie an Ort und Stelle aus. Niedrige Temperatur scheint für die Verbreitung und für das Keimen von Sporidien ebenso wichtig zu sein wie für das Keimen der Uredo- und Teleutosporen.

In der Zeit von November bis März wurden viele Pflanzen mit keimenden Teleutosporen oder mit Sporidien von *Puccinia glumarum* infiziert (Tabelle 1).

7 Sorten von *Valerianella olitoria*¹⁾ wurden als Keimlingspflanzen infiziert, einige gerade zu dem Zeitpunkt, als die Kotyledonen aus dem Boden herauskamen, einige nachdem sich die Kotyledonenblätter voll entfaltet hatten, andere auf den sich entwickelnden richtigen Blättern und die übrigen auf den voll entwickelten Blattflächen. Ebenso wurden ältere Pflanzen dieser Spezies infiziert, einige auf den älteren Blättern und die anderen auf den jüngeren. Der „Große Baldrian“ — *Valeriana officinalis* — wurde sowohl auf ganz jungen Blättchen infiziert als auf voll entwickelten. Beim „Kleinen Baldrian“ — *V. dioica* — wurden nur die jüngsten Gewebe infiziert.

Mahonia- und Berberitzenpflanzen wurden im Gewächshaus angetrieben und ihre jungen frischen Blätter infiziert und zwar, bevor sie noch 8 Tage alt waren, oft sogar bevor sie 4 Tage alt waren, weil Melander und Craigie (5) fanden, daß die Keimschläuche von Sporidien von *Pucc. graminis* in die mehr als 10 Tage alten Blattgewebe von Berberitzen nicht mehr eindringen können.

Verschiedenes Infektionsmaterial und verschiedene Methoden wurden angewendet. Manchmal wurden Teleutosporenkulturen im hängenden Tropfen direkt auf die feuchten Blätter der Wirtspflanze übertragen, nachdem 50% der Teleutosporen Promycelien erzeugt hatten und anfangen, Sporidien zu bilden, ein anderes Mal, nachdem 70% der Teleutosporen gekeimt und Sporidien gebildet hatten. In vielen Fällen wurden Teleutosporen, die im hängenden Tropfen gekeimt waren, über angefeuchteten Blättern der jeweiligen Wirtspflanze angebracht, sodaß die Sporidien sich auf natürliche Weise lösen und auf die Blattoberfläche fallen konnten, um dort zu keimen. Bei anderer Gelegenheit wurde der Tropfen, nachdem 30% der in ihm enthaltenen Teleutosporen Sporidien gebildet hatten, für 24 Stunden über einem frischen Tropfen destillierten Wassers aufgehängt. In dieser Zeit lösten sich die Sporidien aus dem Promycelium und fielen auf die Oberfläche des zweiten Wassertropfens. Der frische Tropfen, der nur Sporidien enthielt, konnte nun direkt auf die Wirtspflanze übertragen werden, gerade als die Sporidien zu keimen begannen, oder nachdem annähernd 25% gekeimt hatten.

¹⁾ Der Samen wurde freundlicherweise von Schreiber u. Söhne, Quedlinburg-Harz zur Verfügung gestellt.

Das für die Infektion verwendete Sporenmaterial wurde jedesmal unter dem Mikroskop untersucht, sodaß das erwünschte Entwicklungsstadium leicht benutzt werden konnte. Die infizierten Blätter der Pflanzen wurden jedesmal 2—4 Tage lang in Feuchtkammern gehalten und dabei vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt.

Um sicher zu sein, daß *Puccinia glumarum* keine monoezische Spezies ist, bei welcher Teleutosporen von einer Gräserwirtspflanze keimen und Sporidien hervorbringen, die die Gräserwirtspflanze wieder rückinfizieren, wurden Keimlingspflanzen von *Agropyrum caninum* und *Agr. repens* mit Sporidienmaterial von *Agr. caninum* infiziert. Einzelne Teleutosporen wurden mit der Trockennadelmethode isoliert und auf einem Agartropfen auf Deckgläser gesetzt, die auf feuchtem Filterpapier in Petrischalen bei 15 ° C aufbewahrt wurden. 50% der isolierten 255 Teleutosporen keimten gewöhnlich innerhalb 24 bis 48 Stunden. Es machte keine Schwierigkeiten, den Agartropfen mit den gekeimten Teleutosporen und ihren Sporidien auf das angefeuchtete Blatt der *Agropyrum*-Keimlingspflanzen zu übertragen, die dann 3 Tage lang in Feuchtkammern gehalten wurden.

Zusammenfassung.

Niemals wurde eine infizierte Pflanze durch Sporidien von *Puccinia glumarum* befallen. Wir nehmen folglich an, daß in Mitteldeutschland *Valerianella olitoria* kein Zwischenwirt für *Pucc. glumarum* ist. Ebenso scheinen *Val. officinalis* und *Val. dioica* als Zwischenwirt für *Pucc. glumarum* nicht in Frage zu kommen, dasselbe gilt von *Mahonia aquifolium* und *Berberis vulgaris*. Trotzdem würde es zweckmäßig sein, erst noch andere Arten der Berberitze oder Mahonia und vielleicht auch andere Abarten von *Berberis vulgaris* zu infizieren, ehe man die Möglichkeit eines Aecidien-Stadiums auf Berberitzen ausschaltet.

Obgleich es bei vorliegenden Versuchen weder gelungen ist, Aecidien auf Pflanzen zu finden, die vielleicht als Zwischenwirt in Frage kommen können, noch die künstlichen Infektionen mit keimenden Teleutosporen auf verschiedenen Wirtspflanzen Erfolg hatten, ist nicht anzunehmen, daß es trotz der reichlichen Teleutosporenbildung bei *Puccinia glumarum* keinen Zwischenwirt geben sollte. Im Gegenteil: bei dem ständigen Auftreten neuer physiologischer Rassen ist eine Einschaltung einer Geschlechtsgeneration und damit Neukombination der Gene auf irgend einem Zwischenwirt sehr wahrscheinlich.

Literatur.

1. Becker, H. — H. Hart: Das Auftreten und die Verbreitung von Gelbrost im Ostharz und den daran angrenzenden Weizenanbaugebieten. — Z. f. Pflanzenschutz u. Pflanzenkrankheiten 49, 449—481, 1939.

2. Eriksson, J. u. E. Henning: Die Getreideroste. — Stockholm 1896.
3. Gaßner, G. u. W. Straib: Über Mutationen in einer biologischen Rasse von *Pucc. glumarum trit.* (Schm.) Erikss. u. Henn. — Z. ind. Abst. u. Vererbungsl. **63**, 154—180, 1933.
4. Mains, E. B.: Studies concerning heteroecious rusts. — Mycologia **25**, 407—417, 1933.
5. Melander, L. W. u. J. H. Craigie: Nature of resistance of *Berberis* spp. to *Pucc. graminis*. — Phytopath. **17**, 95—114, 1927.
6. Raeder, J. M. u. W. M. Bever: Spore germination of *Puccinia glumarum* with notes on related species. — Phytopath. **21**, 767—789, 1931.
7. Straib, W.: Untersuchungen über das Vorkommen physiologischer Rassen des Gelbrostes (*Pucc. glumarum*) in den Jahren 1935/36 und über die Aggressivität einiger neuer Formen auf Getreide und Gräsern. — Arb. d. B. R.A. **22**, 91—119, 1937.
8. Tranzschel, W.: Die Zwischenwirte der Getreiderostpilze und ihre Verbreitung in d. U. d. S. S. R. — Bull. Plant Protection Leningrad, Ser. II (Phytopath.) 4—40, 1934 (russ. m. deutsch. Zus.).

Echter Mehltau auf *Cyclamen persicum*.

Von Hans Wenzl.

(Aus der Staatsanstalt für Pflanzenschutz, Wien.)

Im Winter 1938/39 wurde in einer Wiener Gärtnerei auf den Blütenblättern von Cyklamen (kultivierte Gartenform) ein dichter weißlich-grauer mehligter Belag festgestellt. Die mikroskopische Untersuchung ergab das Vorhandensein von echtem Mehltau (Oidium). Perithezien waren nicht aufzufinden, so daß die systematische Stellung des Pilzes nicht zu bestimmen war. Der Überzug zeigte sich auf beiden Seiten der Blütenblätter. Andere Pflanzenteile waren nicht befallen, auch nicht die Laubblätter. Als Folge der Pilzinfektion nahmen die Blüten eine stumpfe Färbung an und blieben schließlich vertrocknet an den Stielen hängen, während die gesunden Corollblätter nach dem Verblühen abfielen. Der Pilz trat lediglich an älteren zur Samengewinnung bestimmten Pflanzen auf, während — zur selben Zeit — an jüngerem Pflanzenmaterial derselben Gärtnerei Mehltau nicht aufzufinden war.

Die elliptischen Oidien sind im Extrem 30—50 μ lang und 11 bis 20 μ breit, meist messen sie 38—44 \times 13—18, im Durchschnitt 40 \times 16 μ . Das Verhältnis Länge zu Breite liegt innerhalb der Grenzen 4:1 bis 2,3:1. Der Zellinhalt ist gekrönt. Die Oidienbildung erfolgt sehr reichlich in dichten Rasen an aufrecht stehenden mehrzelligen Trägern.

Das Auftreten von Oidium an Cyklamen ist neu. Da in der betreffenden Gärtnerei zum gegebenen Zeitpunkt an anderen Pflanzen Mehltau auch nicht in Spuren festzustellen war, ergibt sich kein Anhaltspunkt über einen Zusammenhang mit einer bereits bekannten Form.

Mit den häufig vorkommenden Arten *Erysiphe polygoni* und *E. cichoriacearum* ist der Cyklamenpilz vermutlich auf Grund der verschiedenen Größe und Form der Oidien nicht identisch. Entsprechendes gilt hinsichtlich *Oidium evonymi*, *O. evonymi-japonici* und *O. chrysanthemi*. Auch mit der von vielen Pflanzen beschriebenen sicherlich nicht einheitlichen (Sammel)art *O. erysiphoïdes* (nach Rabenhorst's Krypt. Flora 30—40 × 15—20 μ) besteht kaum Identität; die Oidien des Cyklamen-Pilzes sind im Durchschnitt verhältnismäßig länger. Eine annähernd gleiche Größe zeigt *O. ericinum*, doch ist ein näherer Zusammenhang mit dieser Art nicht ohne weiteres anzunehmen. Einem üblichen Vorgehen entsprechend wird man daher den Cyklamen-Pilz bis zur endgültigen systematischen Einreihung nach Auffindung von Perithezien nach der Wirtspflanze als *Oidium cyclaminis* bezeichnen.

Mitteilungen.

Die Blattfleckenkrankheit der Paprikapflanze in Franz. Marocco.

G. Berger (Rev. Path. Vég. Ent. Agr., 25, 2, 135—143, 1938) gibt für Franz. Marocco *Cercospora capsici* Heald u. Wolf auf *Capsicum annuum* an. Obwohl eine Beschreibung des Pilzes fehlt, zeigt doch das beigegefügte Befallsbild (S. 142) unzweifelhaft an, daß in diesem Fall nicht *Cercospora capsici* Heald u. Wolf, sondern *Cladosporium capsici* (March. u. Stey.) Kovach. vorliegt. Ein Vergleich dieser Abbildung mit den Befallsbildern von *Cladosporium capsici* (Abb. 1 in Zeitschrift f. Pflanzenkr., 48, 322, 1938) und *Cercospora capsici* H. u. W. (Fla. Agr. Exp. Sta. Bull. 244, 1932) beweist das unzweideutig.

Wie schon ausführlich in meinem Aufsatz über *Cladosporium capsici* (l. c.) dargelegt worden ist, unterscheiden sich die beiden Pilze grundsätzlich dadurch, daß *Cercospora capsici* H. u. W. ein Pertophyt im Sinne Münch's (Zeitschr. Pflanzenkr. 39, 276, 1929) ist und deswegen nekrotische, blasse, dunkelumrandete Blatt-, Stiel- und Stengelflecken hervorruft, während *Cladosporium capsici*, in der gleichen Weise wie *Cladosporium fulvum* auf Tomaten, ein richtiger Parasit im Sinne Münch's ist und auf unverändertem Blattgewebe dunkelbraune Rasen zu bilden vermag. Genau so scheint dies bei der von G. Berger für Marocco angegebenen und abgebildeten Krankheit der Fall zu sein.

Dem Verbreitungsgebiete des *Cladosporium capsici*, also, das bisher Spanien, Belg. Congo, die Azoren und Bulgarien umfaßte, muß man infolgedessen auch Franz. Marocco hinzufügen.

Iv. Chr. Kovachevsky.

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Buchwald, N. Fabritius: Forslag til Udarbejdelse af faellesnordiske Vulgaernavne paa Plantessygdomme. — N. J. F.s Kongres Uppsala Juli 1938. Fortryk Sekt. IV, Nr. 6, 6 S.

Es werden Vorschläge zur Aufstellung von in Dänisch, Norwegisch und Schwedisch (Schwedisch-Finnisch) möglichst übereinstimmenden Vulgarnamen der Pflanzenkrankheiten unterbreitet. Die durch Viren, Bakterien und Schadinsekten hervorgerufenen Krankheiten sowie die Namen der Parasiten sollen ebenso erfaßt werden wie physiogene Krankheiten (besonders Mangelkrankheiten) und Krankheiten unbekannter Entstehung. Als Grundlage für die Wahl der Vulgarnamen werden Publikationen aus den genannten Sprachkreisen vorgeschlagen (Beilage 1), die von einer Kommission von Vertretern der nordischen Länder anerkannt werden müßten. Eine zweite Beilage führt die Vorschläge am Beispiel der Runkelrübe aus. Einzelheiten müssen im Original nachgelesen werden. Neu (Bonn).

Junk, W. ed.: Scientiae Naturalis Bibliographia. Annus II: 1938, Pars 1. W. Junk: Den Haag 1938. Preis d. Jahrg. 3 holl. Gulden.

Die Bibliographie, die jährlich in zwei Teilen herausgebracht wird, will die selbständigen Neuerscheinungen des Berichtsjahres erfassen. Die vorliegende Nummer enthält über 900 Titel. Falls es der Bibliographie gelingt, Vollständigkeit zu erreichen, wird sie zu einem wertvollen Hilfsmittel werden. Das wird sich nach Erscheinen des zweiten Teiles beurteilen lassen. Die bearbeiteten Gebiete sind Zoologie, Botanik einschließlich Phytopathologie, Paläontologie, Geologie und Mineralogie. Die Bemühung, nicht im Handel befindliche Schriften namhaft zu machen, führte zur Aufnahme vieler Dissertationen ohne Angabe des Erscheinungsortes. Soweit sie auch in Zeitschriften erschienen sind, sollte das nach Möglichkeit angemerkt werden, da sonst die irrtümliche Auffassung nahegelegt wird, als handele es sich um selbständige Veröffentlichungen. Neu (Bonn).

II. Nicht-infektiöse Krankheiten und Beschädigungen.

McCool, M. u. A. N. Johnson: Nitrogen and sulphur content of leaves of plants within and at different distances from industrial centers. — Contrib. Boyce Thompson Inst., 9, 371—380, 8 Tab., 1937.

In der Nähe von Rauchquellen, die Schwefeldioxyd aussenden, ist der Schwefelgehalt der Pflanzen meistens erhöht. Es wurde versucht, die Abnahme des Schwefelgehaltes der Pflanzen mit zunehmender Entfernung von der Rauchquelle festzustellen. Von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen, nahm der Gesamt-S- und SO₂-Gehalt der Blätter mit zunehmender Entfernung von der Rauchquelle nicht wesentlich ab. Die Verfasser schließen aus ihren Untersuchungen, daß das Pflanzenwachstum in größerer Entfernung von SO₂-haltigen Rauchquellen nicht nachteilig beeinflusst werde. Garber (Hamburg).

Brandenburg, E.: Über die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft. — Phytopath. Zeitschr. 12, 1—112, 1939. Mit 20 Abb.

Die vorliegende Arbeit bringt nicht nur eine umfassende und im besten Sinne kritische Verarbeitung der wichtigsten Literatur, sondern festigt und

erweitert unsere Kenntnisse von der Bedeutung des Bors als Pflanzennährstoff, insbesondere zur Beseitigung der Herz- und Trockenfäule der Rüben durch zahlreiche eingehende Versuche erheblich. Für 40 Kulturpflanzen ist das Bor bisher als lebensnotwendig nachgewiesen. Die Symptome des Bormangels sind bei mono- und dikotylen Pflanzen charakteristisch. Bei dikotylen Gewächsen tritt ein Absterben der jüngsten Blätter und des Vegetationspunktes ein. Vorher treten jedoch schon andere Schäden zutage, die für Rüben beschrieben werden. Bereits vor dem Auftreten jeder sichtbaren Schädigung aber ließ sich in Wasserkulturen ein Nachlassen der Gewichtszunahme bei Bormangelrüben feststellen. Durch Unterbrechung der Borzufuhr in Wasserkulturen bei Rüben ließ sich durch Analyse der Blätter verschiedenen Alters nachweisen, daß das Bor in der Pflanze nur in beschränktem Umfange beweglich ist. Ohne ständige Neuzufuhr leiden auch bei anfänglich reichlicher Borversorgung der Pflanze die neugebildeten Organe Mangel und sterben ab. Das Bor scheint also eine Rolle als Baustoff und nicht lediglich als „Biokatalysator“ zu spielen. Weitere Versuche zeigen, daß die Höhe des Borbedarfs von der Versorgung der Rübe mit den übrigen Nährstoffen abhängig ist. Das Bor ordnet sich in jeder Hinsicht dem Gesetze des Minimums und den übrigen Grundregeln der Pflanzenernährungs- und Düngungslehre ein. Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Borversorgung und dem Auftreten der Herz- und Trockenfäule der Rüben bringt der Verfasser zahlreiche Boranalysen von gesunden und kranken Pflanzen verschiedenartiger Böden aus zwei Jahren. Sie ergaben zunächst in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen des Verfassers, daß im Rübenkörper der Borgehalt bei kranken Pflanzen nur wenig niedriger als bei gesunden liegt, wobei der Unterschied in den jüngsten Teilen der Rübe mit etwa 11% am stärksten ist. Dagegen zeigte die Untersuchung gleichinserierter Blätter mit aller Deutlichkeit, daß mit zunehmender Herz- und Trockenfäule der Borgehalt sinkt. Im großen Durchschnitt liegt bei einem Borgehalt der Blätter von unter 100 mg H_3BO_3 /kg Trockensubstanz schwerer Bormangel und deutliche Herz- und Trockenfäule vor. Bei 100—170 mg besteht zusätzlicher Borbedarf mit oder auch ohne äußerliche Krankheitserscheinungen. Von 170—400 mg ist die Borversorgung ausreichend. Für die Borversorgung der Pflanzen ist nicht der absolute Borgehalt des Bodens, sondern dessen Gehalt an aufnehmbarem Bor entscheidend. Diese Aufnehmbarkeit wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Zunächst wird die Löslichkeit des Bors mit steigendem Kalkgehalt bzw. alkalischer Reaktion des Bodens erschwert, wobei ein allmählicher, für die einzelnen Böden und wahrscheinlich auch Pflanzen verschiedener Umschlag erfolgt. Ob ein durch Versuchsergebnisse angedeutetes 2. Löslichkeitsoptimum des Bors bei hohen Kalkgaben tatsächlich besteht, müssen weitere Versuche erweisen. Ferner erschwert Trockenheit die Boraufnahme, ohne daß andererseits auf extremen Mangelböden reichliche Feuchtigkeit instande wäre, Krankheitserscheinungen zu verhindern. Es ist also weder die Herz- und Trockenfäule eine reine Dürreerscheinung noch das Bor ein allgemeines Mittel zur Behebung von Dürreschäden. Untersuchungen an 15 Futterrübensorten ergaben, daß diese auf normalen Böden kaum, auf Mangelböden dagegen erhebliche Unterschiede im Borgehalt aufwiesen, so daß auf Sortenunterschiede im Aufschließungs- bzw. Aneignungsvermögen für Bor geschlossen werden muß. Für die praktische Anwendung des Bors kommt in erster Linie Borax in der Gießform in Frage. Die Mengen richten sich nach dem Mangelgrad des Bodens. Gewöhnlich genügen 20 kg/ha.

in einzelnen Fällen müssen 30 kg und selten noch höhere Mengen angewendet werden. Die beste Wirkung bringt eine frühe Gabe kurz vor oder nach der Saat. Das Borsuperphosphat ist bei gleicher Bormenge dem Borax in der Wirkung gleichwertig. Sein Nachteil besteht in der Schwierigkeit, die aufzuwendenden Mengen dem Borbedarf des Bodens anzugleichen. Die im Chilesalpeter enthaltenen geringen und wechselnden Bormengen sind zwar physiologisch wirksam und zur Behebung geringen Bormangels geeignet, doch reichen sie auf den eigentlichen Bormangelböden zur ausreichenden Borversorgung der Rüben nicht aus. Zur Erkennung der Borbedürftigkeit des Bodens arbeitete der Verfasser ein vorläufiges Verfahren im Sinne der Neubauermethode mit jungen Rübenpflänzchen aus. Auch der Frage der nutzbaren und etwaigen schädlichen Nachwirkung des Bors geht der Verfasser nach. Bei unmittelbarer Folge von Rüben auf borgedüngte Rüben ließen sich günstige Nachwirkungen feststellen, über deren Dauer jedoch weitere Versuche notwendig sind. Schädliche Nachwirkungen von Borgaben sind nach Versuchen und Feldbeobachtungen mit Roggen, Weizen, Gerste, Rüben, Erbsen und Kartoffeln bei Verwendung der zur Verhütung der Herz- und Trockenfäule nötigen Mengen ausgeschlossen. Erst bei weit höheren Gaben traten Schädigungen auf, wobei sich die Kartoffeln am widerstandsfähigsten zeigten. Eine gewisse Schutzwirkung des Bors gegen Mehltau bei Gerste trat erst bei schädigenden Gaben auf.

Von eigenen Versuchen über die Notwendigkeit des Bors für andere Kulturpflanzen berichtet der Verfasser näher über solche mit Steckrüben, Kartoffeln und Äpfeln. Bei Steckrüben gelang die Verhütung der „Glasigkeit“ durch Borgaben, die wegen des geringeren Boraneignungsvermögens der Steckrübe höher als die bei Beta-Rüben (20—40 kg/ha Borax) sein müssen. Der Charakter der Glasigkeit als Bormangelsymptom wurde auch durch Analysen kranker und gesunder Pflanzen sichergestellt. Auf stark zur Herz- und Trockenfäule der Rüben neigenden Böden reagierten auch Kartoffeln auf Bordüngung mit bis zu 10% iger Ertragserhöhung bei leichter Drückung des Stärkegehaltes. Beim Getreide ließen sich wegen dessen geringer Borbedürftigkeit keine Unterschiede feststellen. Die im Ausland mehrfach beobachteten Bormangelercheinungen an Äpfeln (unebene Oberfläche mit dunklen, zäh-korkigen Flecken im Fruchtfleisch) ließen sich in Deutschland bisher nicht nachweisen. Die gewöhnliche „Stippigkeit“ der Äpfel ist keine Bormangelercheinung. Auch an Luzerne ließ sich im Ausland beschriebener Bormangel bislang nicht beobachten. Die bisherigen, meist zu einseitigen oder von irrigem Voraussetzungen ausgehenden Deutungsversuche der Borwirkung erscheinen verfrüht. Sicher ist, daß die Wirkung in die Pflanze selbst zu verlegen ist, wie gelungene Versuche mit Borzufuhr durch die Blätter von Mangelrüben erwiesen.

Rademacher (Bonn).

IV. Pflanzen als Schaderreger.

A. Bakterien.

Barbacka (Mme K.): Obecny stan badań nad guzowatością korzeni (*Bacterium tumefaciens* Sm. et Town.) u drzew owocowych, jej szkodliwością i zwalczaniem. (The present status of studies on the harmful effects of crown gall (*Bacterium tumefaciens* Sm. et Town.) on fruit trees, and its control.). — Prace Wydz. Chor. Szkodn. Rosl. państw. Inst. Nauk.

Gosp. wiejsk. Bydgoszczy, 17, 5—17, 1938. (Polnisch mit englischer Zusammenfassung.)

Verfasserin prüfte eine Reihe von chemischen Mitteln (Calciumoxyd 300 g/qm, Calciumchlorid 30 g/qm, Schwefel 50 g/qm, 96%ige Schwefelsäure 30 ccm/qm, Schwefel-Kainit 20 g/qm und Kupfersulfat 40 g/qm) zur Wurzelkropfbekämpfung im Wege der Gesamtentseuchung des Bodens. Vollbefriedigende Ergebnisse wurden nicht erzielt. Auch Anwendung von Bordeauxbrühe (1% ig), Kupfersulfat (1% ig), Uspulun (0,5% ig) in Form des Lehmhöschchenverfahrens erwies sich als nicht ausreichend zur Bekämpfung. Am besten bewährte sich Uspulun. Birnen wurden stärker befallen als Äpfel. *Prunus avium*, *Prunus mahaleb*, *Prunus Myrabolana*, *St. Julien* und *Pirus malus paradisica* waren in sehr geringem Maße anfällig. *Prunus insititia* und *Prunus divaricata* erwiesen sich als resistent. Hornbostel (Stade).

B. Algen und Pilze.

Cralliey, E. M. and Tullis, E. C.: Effect of seed treatments on seedling emergence, severity of seedling blight, and yield of rice. — Arkansas Agr. Exp. Stat. Bull. 345, 24 S., 1 Abb., 17 Tab., 1938.

An Reissämlingen vermag eine Reihe von Pilzen schwere Auflaufschäden („Rice seedling blight“) hervorzurufen. Dabei werden *Helminthosporium oryzae* Brede de Haan, *Trichoconis candata* (Ap. et Str.) Clem. *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Fusarium* spp. und *Phoma* spp. mit dem Samenkorn übertragen. Durch Infektionsversuche wurde die Pathogenität dieser Pilze, von *Rhizoctonia* sp. und von *Pythium* sp. nachgewiesen. Zur Bekämpfung wurde die Eignung von Formaldehyd, Kupferoxyd, Äthylquecksilberphosphat und -chlorid als Beizmittel untersucht. Die Ergebnisse waren nicht einheitlich: Während bei einer Reissorte besseres Auflaufen und etwas höhere Erträge erzielt wurden, hatte die Behandlung bei anderen Sorten keinen Erfolg. Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen können die Verfasser eine Samenbehandlung durch Bestäubung mit den genannten Mitteln nicht empfehlen. Schultz (Berlin-Dahlem).

Lohwag, K.: *Ganoderma resinaceum* Bourd. Erreger einer charakteristischen Fäule. — Ctr. f. d. ges. Forstw. 64, 258—260, 1938.

Verfasser entdeckte im Lainzer Tiergarten in Wien eine durch *Ganoderma resinaceum* bewirkte Fäule, bei welcher die Markstrahlen in besonders auffälliger Art erhalten blieben. Das Bild der Zerstörung unter Freilage der Markstrahlen tritt erst dann ein, wenn das zwischen den Markstrahlen befindliche mürbe und von Hyphen durchzogene Holz der Außenwelt ausgesetzt ist, wobei Verfasser vermutet, daß die abgestorbenen Hyphen von Ameisen gefressen werden, während die Holzreste vom Regen entfernt werden. Dieser von Bourdot als Eichenparasit angegebene Pilz war bisher als echter Holzzerstörer nicht bekannt. Verfasser bezeichnet ihn als Kernzerstörer. In Anlehnung an Bourdot wird eine genaue Beschreibung des Pilzes gegeben.

Plaßmann (Neuenheerse).

Saunderson, W. R. and Cairns, H.: On the control of gooseberry rust. — Ann. appl. Biol., 24, 17—25, 1937.

Die Verfasser berichten über ihre im nördlichen Irland gemachten Beobachtungen und Versuche zur Bekämpfung des Stachelbeerrosts *Aecidium grossulariae* DC. (*Puccinia Pringsheimiana* Kleb.). Während als Bekämpfungsmaßnahme gewöhnlich die Unterbrechung des Lebenszyklus des Pilzes

empfohlen wird (durch Entfernen und Vernichten der Äcidien oder Ausrottung der *Carex*-Wirte), untersuchten die Verfasser die Fragen, ob auf züchterischem oder chemischem Wege eine Bekämpfung möglich ist. Beobachtungen an etwa 20 Stachelbeersorten ließen keine besonders widerstandsfähige Sorte auffinden. Die Versuche mit Spritzmitteln dagegen ergaben, daß Bordeauxbrühe (2%, 1% und 0,5%) und 0,5% kolloidale Kupferpräparate, wenn sie etwa 14 Tage vor der Blüte angewandt werden, eine wirksame Bekämpfung des Pilzes ermöglichen. Eine einmalige Spritzung zu diesem Zeitpunkt ist ausreichend; durch wiederholte Spritzungen wird kein wesentlich besseres Ergebnis erzielt.

G. Mittmann-Maier (Geisenheim).

ten Houten, J. G.: Kiemplantenziekten van Coniferen. Proefschrift. 128 S., Utrecht en Amsterdam 1939.

An den Ursachen der in Form von Verlust der Keimfähigkeit, Wurzelbrand und Umfallen der Sämlinge auftretenden Keimlingskrankheiten der Koniferen, denen in den Baumschulen Hollands zuweilen mehr als 60% der Pflanzen zum Opfer fallen, sind in erster Linie Pilze beteiligt. Für *Pinus silvestris* und *Pinus nigra austriaca*, mindestens teilweise aber auch für *Larix leptolepis*, *Pseudotsuga Douglasii*, *Abies grandis*, *Cedrus atlantica* und *C. deodara* sind stark pathogen *Rhizoctonia solani* Kühn, *Pythium de Baryanum* Hesse, *P. intermedium* de Bary, *Fusarium oxysporum* Sch., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. scirpi* Lamb. et Tautz., *F. orthoceras* App. et Wr., *Cylindrocarpon didymum* (Harting) Wr., *C. radicicola* Wr., *Coniothyrium pityophilum* (v. Höhn) Petr. et Syd., *Naemosphaera rostellata* (Grove) Sacc., *Botrytis cinerea* Pers. und *Botrytis odiplochia theobromae* Pat., in minderem Grade außerdem *Pythium torulosum*?, *Pythium artotrogus* (Mont.) de Bary, *Gliocladium penicillioides* Corda, *Leptothyrium* sp., *Phoma dunorum* nov. spec., *Pleospora herbarum* (Pers.) Rbh., *Alternaria tenuis* Nees., *Stemphylium asperulum* Sacc. und bedingt *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. *Phytophthora jagi* wurde von kranken Pflanzen nicht isoliert und erwies sich in Kultur nur als schwach pathogen. Die Pathogenität hängt stark von dem Medium ab, in dem die Pilze vor der Infektion kultiviert werden, besonders bei *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* und *Trichoderma lignorum*, nicht aber bei *Pythium de Baryanum*. *Rhizoctonia solani* war nach Kultur in einem flüssigen Medium garnicht, nach Kultur auf festem Agar aber sehr stark aggressiv. Die Virulenzunterschiede scheinen zum mindesten bei *T. lignorum* auf der Bildung von Toxinen zu beruhen. Die Pathogenität von *Rh. solani* und von *P. de Baryanum* erlischt in Medien von weniger als 4,5 p_H, ist also in sehr sauren Kiefernforstböden bedeutungslos. In unsterilisierten ist der *Rhizoctonia*-Befall geringer als in sterilisierten Böden, wahrscheinlich wegen antagonistischer Wirkungen von *Trichoderma lignorum*. Die Saat von *Pinus nigra austriaca* wird am besten im März oder im April ausgebracht und mit Heide- oder Kiessand bedeckt. Bei *Pseudotsuga Douglasii* zeitigte Behandlung des Bodens mit Schwefelsäure die besten Ergebnisse. Auch Trockenbeizung des Saatguts mit Fungiziden wie Ceresan, besonders aber mit Cuprooxydpulver erhöhte die Keimungsprozente und drückte den Befall. Blunck (Bonn).

Raabe, A.: Untersuchungen über pilzparasitäre Krankheiten von Raps und Rüben. — Zentralbl. Bakt. 2. Abt., **100**, 35—52, 1939.

Alternaria brassicae (Berk.) Bolle ist nicht mit dem Samen übertragbar. Der Pilz überwintert wahrscheinlich an älteren Blättern. Im Herbst 1937 kamen in Schlesien bzw. Mitteldeutschland befallene junge Rüben- bzw.

Stoppelrübenpflanzen zur Beobachtung. *Rhizoctonia solani* var. *typica* Schultz trat im September 1937 in Schlesien unter starker Sklerotienbildung, aber wenig schädigend an den Wurzeln junger Rapspflanzen auf. Als wenig aggressiv erwies sich in Kultur gegenüber Rapssämlingen auch ein Stamm der var. *brassicae* Schultz, während 2 weitere Stämme der gleichen Gruppe schwere Keimlingsschäden in Form von Umfallkrankheiten bewirkten. Verfasser empfiehlt die Fruchtfolge Kartoffel — Ölfrucht zu vermeiden. Askosporen und Myzel eines von Hanf isolierten Stammes von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Sacc. et Trott. bewirkten bei Raps die typischen Symptome des Rapskrebs. Blattachsen und Stengelgrund sind für die Infektion besonders empfindlich. Befall durch *Botrytis cinerea* Pers. scheint bei Raps Wachstumshemmungen (! Ref.) vorauszusetzen. Gelegentliches Auftreten von *Erysiphe communis* Lk. und *Peronospora brassicae* Gäum. ist praktisch bedeutungslos. Die Species einer an ausgewinterten Rapspflanzen in Form von Sklerotien auftretenden *Typhula* konnte nicht bestimmt werden. Der Forderung des Verfassers nach näherer Untersuchung dieses sowohl biologisch wie phytopathologisch nur wenig bekannten aber sehr häufigen Pilzes ist beizupflichten. Auf etwaiges Auftreten des neuerdings in Holstein an Kohl beträchtlich schädlichen Pilzes *Phoma lingam* (Tode) Desm. an Raps ist zu achten.

Blunck (Bonn).

V. Tiere als Schaderreger.

D. Insekten und andere Gliedertiere.

Malenotti, E.: Un passo avanti contro la „Cydia molesta“. — Att. Acc. Agric., Sci. e Lett., Verona, **15**, (Ser. V), 227—230, 6 Fig., 1937.

Nach der Überwinterung der Larven schlüpft der Falter in Massen um die Wende Mai/Juni. Man braucht deshalb nur von Anfang Mai bis Mitte Juni die Speicher, in denen sich Fruchtkörbe und -kisten befinden, zu schließen, sodaß die Schmetterlinge nicht entkommen können. Da sie stark positiv phototaktisch sind und sich an den Fenstern sammeln, ist hermetischer Abschluß der Räumlichkeiten unnötig. Bei 25—29° gehen die Falter in längstens 4 Tagen an Erschöpfung zugrunde. Man braucht also nicht einmal Insektizide anzuwenden, um eine ganze Generation zu vernichten. Diese Methode erübrigt Desinfektionsmaßnahmen und verursacht keine Kosten.

Neu (Bonn).

Becker, G.: Der gegenwärtige Stand der Hausbockkäfer-Frage. — Ent. Blätter **34**, 327—335, 26 Ref., 1938.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Hausbockforschung seit 1936.

Weidner (Hamburg).

Whitney, R. J.: A plague of the beetle *Harpalus rufipes* Degeer. — Ent. month. Mag. **74**, 200—201, 1938.

Harpalus rufipes Deg. drang im Juni 1938 in großen Massen in die Häuser eines Gutes ein. In einer einzigen Nacht konnten in einem Hause über 300 Stück mit Insektenpulver getötet werden. Die Brutstätte dieser Laufkäfer wird auf den benachbarten Kartoffelfeldern vermutet.

Weidner (Hamburg).

Mühlsteh, W.: Der chemische Nachweis einer Arsenverbreitung durch Hüttenrauch. — Tharandter Forstl. Jahrb. **3**, 189—284, 1936.

An Hand einer Übersichtskarte und zahlreicher Analysen von Luft, Niederschlägen, Pflanzenteilen, Boden und Staub zeigt der Verfasser die

mengenmäßige Verbreitung von Flugstaubarsen durch die Rauchabgänge der Hüttenwerke in Freiberg/Sa. Die Häufung von Arsen in der Hauptwindrichtung bestimmt die Quelle eindeutig. Häufige Schadenfälle an Bienen, an Klein- und an Großvieh lassen die Forderung berechtigt erscheinen, eine regelmäßige Aufsicht über die Ausbreitung giftiger Staube gewerblicher Anlagen auszuüben.

Rosenbaum (Dresden).

Roos, K.: Untersuchungen über die Fritfliege (*Oscinella frit* L.) und ihr Auftreten in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz. — Landw. Jahrb. Schweiz 1937, 86 S.

Die Entwicklungsstadien werden ausführlich beschrieben. Der Verfasser fand in seinem Fliegenmaterial alle Übergangsstufen von ganz schwarzen (*frit*-Typ) bis zu gelben Schienen (*pusilla*-Typ). Laboratoriumsversuche ergaben, daß eine scharfe Trennung von *pusilla* und *frit* nicht möglich ist. Die Schienenfarbe wird nicht durch äußere Verhältnisse bestimmt, die Unterschiede sind erblicher Natur. Auf sämtlichen untersuchten Feldern in Höhe von 438 bis 1866 m trat 1934 starker Fritschaden auf. Die Zahl der Generationen betrug 1934 in Maran (1866 m) 1—2, in Nante (1425 m) 2—3, in Einsiedeln (914 m) 3 und im zürcherischen Mittelland (438—455 m) 3—4. Sämtliche Getreidearten wurden heimgesucht. Körnerschaden an Gerste wurde vor allem bei Sorten mit vierzeiligen Ähren beobachtet. Beim Hafer war der böhmische Schwarzhäfer am stärksten befallen. Die einheimische Sorte „Brune de Mont Calme“ erwies sich ebenso widerstandsfähig wie von Lochow's Gelbhäfer. Untersuchungsergebnisse über indirekte und direkte Fritfliegenbekämpfung (Aussaatszeit, Saatchichte, Saatzpflege, Fruchtfolge und Düngung, das Unterpflügen, die Wirkung der Fangsaaten und Parasiten) werden besprochen.

Riggert (Kiel-Kitzeberg).

Hering, M.: Die Blatt-Minen Mittel- und Nord-Europas einschließlich Englands. Bestimmungstabellen aller von Insektenlarven der verschiedenen Ordnungen erzeugten Minen. — Lieferung 4—6 (Schluß), 337—631, Taf. V—VII, Neubrandenburg 1937. Verlag Gustav Feller. Preis je Lieferung RM. 12.—.

Die 4. und 5. Lieferung des bekannten, hier schon früher gewürdigten (Bd. 46, 1936 S. 394) Minenwerks enthalten in alphabetischer Reihenfolge die Pflanzengattungen *Myrica* bis *Zinnia*. Für die Phytopathologen von besonderem Interesse ist die in diese Lieferungen fallende Behandlung verschiedener wirtschaftlich wichtiger Leguminosen, Gramineen und einer Reihe von Holzgewächsen, wie *Picea*, *Quercus*, *Prunus*, *Populus* und *Ulmus*. Die Schlußlieferung enthält neben dem Inhaltsverzeichnis und dem Register ein Ergänzungskapitel, in das während der Drucklegung neu bekanntgewordene Minen bzw. Erreger aufgenommen sind.

An Hand der sehr klaren Tabellen und der sehr reichhaltigen Registraturen ist eine Bestimmung in den meisten Fällen ohne Schwierigkeiten möglich.

Meyer (Bonn).

Dill, W.: Der Entwicklungsgang der mehligten Pflaumenblattlaus *Hyalopterus arundinis* Fabr. im schweizerischen Mittelland. — Mitt. Aargauisch. Naturforsch. Ges., Hft. 20, 1—88, 1937.

Durch die sehr genauen, mehrjährigen Untersuchungen des Verfassers sind manche, bisher umstrittene Punkte in der Lebensgeschichte der wirtswechselnden mehligten Pflaumenblattlaus *Hyalopterus arundinis* F. geklärt

worden. Aus der im schweizerischen Mittelland einzigen Überwinterungsform, dem befruchteten Winterei, schlüpft, im Vergleich zu anderen Blattlausarten verhältnismäßig spät, nämlich im April, die Fundatrix, deren Wachstum parallel mit der Blattentwicklung verläuft. Aus den gewöhnlich 40—60 Eiern entwickelt sich eine zweite Generation ungeflügelter Virgines, von denen nur etwa 10% abwandern, so daß es in der Regel blattunterseits zur Kolonienbildung kommt. In den weiteren Generationen, bis Herbst 8 und mehr, treten von Ende Mai bis Anfang August auch geflügelte Formen auf, die obligatorisch, unter Umständen über kilometerweite Entfernungen vom Hauptwirt (*Prunus*) auf Zwischenwirte, im untersuchten Gebiet Schilfrohr (*Phragmites communis*), abwandern (Migranten), wo sie zu Gründerinnen der virginogenen Reihen werden und durchschnittlich 30—35, meist ungeflügelte Jungen von verschiedener, teilweise roter Färbung produzieren. Die wenigen geflügelten, nicht wirtswechselnden Virgines dienen der Verbreitung auf dem Schilfrohr. Ende August und im September wachsen geflügelte Formen heran, teils Männchen, teils Mütter von Geschlechtsweibchen (Gynoparen), die auf *Prunus* zurückfliegen (Remigranten), wo gleichzeitig, im Gegensatz zu den Schilfgynoparen in mehreren Generationen bis Dezember, Gynoparen, jedoch keine Männchen entstehen. Die durchschnittlich 6—9 erzeugten Geschlechtsweibchen legen gewöhnlich im Winkel zwischen einer lateralen Blattknospe und dem einjährigen Zweige bis zu 7 Wintereier ab, die nur nach vorangegangener Begattung der Mütter entwicklungsfähig sind. In einem besonderen Kapitel sind unter Angabe des Grades der Anfälligkeit die Hauptwirtspflanzen, in der Mehrzahl Pflaumen- und Zwetschgenbäume mit ihren verschiedenen Sorten, und die Zwischenwirte zusammengestellt. Außerdem finden sich eine Liste der Synonyme und Vulgarnamen, Angaben über Parasiten und Hyperparasiten, sowie eine Übersicht über die wichtigste Spezialliteratur. Die Beschreibung der einzelnen Formen wird durch einige gute Photographien ergänzt.

Götz (Geisenheim).

VIII. Pflanzenschutz.

Trappmann, W.: Methoden zur Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschuttmitteln (24 Teilbeiträge). — Mitt. a. d. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtsch., 55, 270 S., 1937.

Die Reihe früher in den Zeitschriften der Biol. Reichsanst. zu dem gleichen Thema erschienener Beiträge wird hier durch zahlreiche, zu einem stattlichen Band der „Mitteilungen“ zusammengeschlossene Beiträge verschiedener Autoren fortgesetzt. Sie geben in ihrer Gesamtheit ein gutes Bild von dem augenblicklichen Stand der Methoden zur Mittelprüfung überhaupt. In Beiträgen allgemeiner Natur wird eine Übersicht über den Gang der amtlichen Mittelprüfung und die Verfahren zur Prüfung von Fungiziden und Insektiziden gegeben (X. Trappmann, W., Die amtliche Mittelprüfung. XII. Winkelmann, A., Allgemeine Richtlinien für die Prüfung von Fungiziden. XX. Trappmann, W. und Tomaszewski, W., Allgemeine Richtlinien für die Prüfung von Insektiziden). In dem letztgenannten Beitrag sind auch die Möglichkeiten zur Beschaffung und Haltung von Insekten zu Versuchszwecken zusammengestellt. Besonders ausführlich sind die Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften von Spritz- und Stäubemitteln behandelt. Eine Reihe weiterer Beiträge betreffen spezielle Verfahren (XI. Winkelmann, A., Richtlinien für die Prüfung von Beizmitteln. XIII.

Schlumberger, O., Richtlinien für die Prüfung von Kartoffelkonservierungsmitteln. XIV. Winkelmann, A., Richtlinien für die Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln. XV. Winkelmann, A., Richtlinien für die amtliche Prüfung von Mitteln zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen im Weinbau. XVI. Zillig, H. und Niemeyer, L., Methode zur Prüfung von *Peronospora*-Bekämpfungsmitteln im Freiland unter Anwendung künstlicher Infektionen. XVII. Staudermann, W., Methode zur Prüfung von *Peronospora*-Bekämpfungsmitteln im Gewächshaus. XXII. Trappmann, W. und Tomaszewski, W., Richtlinien für die Prüfung von Mäusebekämpfungsmitteln. XXIII. Goffart, H., Richtlinien für die Prüfung von Nematodenmitteln. XXV. Trappmann, W., Richtlinien für die amtliche Prüfung von Mitteln gegen den Hausbock-Käfer. XXVII. Liese, J., Die Bestimmung der pilzwidrigen Eigenschaft eines Holzschutzmittels nach der Klötzchenmethode. XXVIII. Kunike, G., Richtlinien für die Prüfung von Kornkäferbekämpfungsmitteln. XXIX. Kunike, G., Richtlinien für die Prüfung von Silobegasungsanlagen. XXX. Haase, A., Richtlinien zur biologischen Prüfung von Wollschutzmitteln. XXXI. Gößwald, K., Richtlinien zur Dauermassenzucht der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum.). Mehrere Berichte über noch in Entwicklung begriffene Prüfungsverfahren (XVIII. Hampp, H. und Jehl, J., Zwei neue Methoden zur Prüfung der pilztötenden Wirkung der Hopfenperonospora-Bekämpfungsmittel. XIX. Bremer, H., Wehnelt, B., Brandenburg, E., Zur Prüfung von Bekämpfungsmitteln gegen Kohlhernie. XXI. Maereks, H., Methode zur Prüfung von Kontaktmitteln gegen Traubenwickler im Laboratorium. XXIV. Noll, J. und Händler, E., Beitrag zur Methode der Baumwachsprüfungen. XXVI. Liese, J., Beitrag zur Holzschutzmittelprüfung gegen Hausbock. XXXII. und XXXIII. Gößwald, K., Methoden zur Untersuchung von Ameisenbekämpfungsmitteln. 1. Fraßgifte, 2. staubförmige Berührungsgifte) sind ein Beweis für das Bedürfnis nach weiterer Spezialisierung.

Die vorliegende Zusammenstellung der Prüfungsmethoden entspricht einem seit langem bestehenden Bedürfnis. Selbstverständlich wäre der Versuch einer übersichtlichen Zusammenfassung infolge der sehr verschiedenen Durcharbeitung der aus praktischen Bedürfnissen entstandenen Verfahren zunächst auf große Schwierigkeiten gestoßen. Der Verfasser hat sich daher vorläufig auf ein loses Aneinanderreihen der Einzelbeiträge seiner Mitarbeiter beschränkt. Er mußte infolgedessen manche Wiederholung und andere Unzulänglichkeiten in Kauf nehmen. Der Stoff dürfte aber nunmehr soweit ausgereift sein, daß an eine Bearbeitung des Gesamtgebiets in Buchform mit ausführlichem Sachregister gedacht werden kann. Die praktische Nutzung des wertvollen Materials würde dadurch erleichtert. Meyer (Bonn).

Soeben ist erschienen:

Deutsche Gartenkunst

Entwicklung, Form und Inhalt des deutschen Gartens. Von Dipl. Gartenbauinspektor Hans Hasler, Dozent für Gartenkunst an der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh. Mit 55 Abbildungen nach Zeichnungen und Lichtbildern. Preis in Leinen geb. *RM* 11.—.

Der Verfasser — langjähriger Mitarbeiter von Professor Willy Lange, dessen verdienstvolles Wirken in Wort und Tat so großen Einfluß auf die heutige deutsche Gartenentwicklung ausgeübt hat und vor kurzem anläßlich seines 75. Geburtstags von maßgebenden Seiten erneut warm gewürdigt wurde — hat sich die Aufgabe gestellt, die auf gartenkünstlerisch-gesetzmaßiger Grundlage beruhenden Forderungen herauszustellen und daraus die Folgerungen für eine deutsch-heimatliche Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung zu ziehen.

Grundriß der Vererbungslehre für Gärtner*) Von Prof. Dr. C. F. Rudloff, Direktor der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh. und Dr. M. Schmidt, Abt.leiter am K.W.-Inst. für Züchtungsforschung, Müncheberg. Mit 33 Abb. Preis *RM* 2.60.

Kurzer Auszug aus der Inhaltsübersicht: A. Klärung der Grundbegriffe, B. Die Fortpflanzung der Lebewesen, C. Die nichterblichen Verschiedenheiten der Lebewesen, D. Die erblichen Verschiedenheiten der Lebewesen, I. Die Mendelschen Vererbungsregeln, II. Die Chromosomentheorie der Vererbung, E. Geschlecht und Vererbung, F. Das Wesen und die Entstehung der erblichen Verschiedenheiten, G. Die Sterilitätserscheinungen, H. Artbastarde, J. Anwendungsmöglichkeiten der Vererbungslehre bei Pflanze, Tier und Mensch.

Mathematische Methoden für Versuchsansteller auf den Gebieten der Naturwissenschaften, Landwirtschaft und Medizin. Von Dr. Walter-Ulrich Behrens, Berlin. Mit 14 graph. Darstellungen. Preis brosch. *RM* 8.—, geb. *RM* 9.—.

„... Das Buch stellt in großer Kürze das Wichtigste dessen zusammen, was der Versuchsansteller braucht, um den in seinen Versuchsergebnissen enthaltenen Erkenntnisgehalt mit wissenschaftlich exakten Methoden zu beurteilen und nutzbar zu machen. ... Man dürfte nicht leicht eine Darstellung finden, die müheloser mitten in dieses an sich nicht leichte Gebiet hineinführt ...“
„Angewandte Chemie“.

Pflanzenpathologische Wandtafeln. Eine Sammlung kolorierter Tafeln für den Unterricht. Herausgegeben von Dr. Carl Freiherr von Tubeuf, o. ö. Professor an der Universität in München.

I. Serie (Format 80×100 cm)

- Tafel 1. **Die Mistel.** Von Prof. Dr. v. Tubeuf.
„ 2. **Die Fusicladien unserer Obstküms.** Von Geheimrat Dr. Aderhold, Berlin.
„ 3. **Die Schuppenwurz.** Von Prof. Dr. Heinricher, Innsbruck.
„ 4. **Mehltauopfliz.** Von Prof. Dr. Neger, Tharandt.
„ 5. **Die Rostarten des Getreides.** I. Die wirtswechselnden Rostarten. } Von Prof. Dr. Eriks-
„ 6. „ „ „ „ II. „ nicht „ „ } son, Stockholm.
Preis jeder Tafel: Ausgabe auf Papier *M* 6.—, auf Papyrolin *M* 8.—.
Preis jedes Textheftes *M* 1.—.

II. Serie (Format 80×120 cm)

- Tafel 7. **Die Brandkrankheiten des Getreides.** I. Der Steinbrand des Weizens.
„ 8. „ „ „ „ II. Der Flugbrand an Weizen, Gerste, Hafer usw.
Von Prof. Dr. v. Tubeuf, München.
Preis jeder Tafel: Ausgabe auf Papier *M* 7.50, auf Papyrolin *M* 10.—.
Preis des Textheftes zu Tafel 7/8 zusammen *M* 2.—.

Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Am Beispiel thüringischer Wiesen bearbeitet von Prof. Dr. E. Klapp, Hohenheim, und Dr. A. Stählin, Jena. Mit 3 Kartenskizzen und 20 Abb. Preis *M* 6.90.

Die Landbauzonen im deutschen Lebensraum. Von Dr. agr. habil. W. Busch, Assistent des Instituts für landwirtschaftliche Betriebslehre Bonn. Mit 81 Abbildungen und 1 Farbtafel. Preis geb. *M* 11.—.

*) Heft 1 der Schriftenreihe „Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau“; Herausgeber Prof. Dr. Rudloff-Geisenheim. — Prospekt über die bereits vorlieg. Hefte 1–55 steht auf Wunsch z. Verfügung.

Geisenheimer Mitteilungen für den Fortschritt im Obst- und Gartenbau.

Organ der Versuchs- und Forschungsanstalt Geisenheim a. Rh., zugleich Organ des Ringes der Garten- und Weinbauer im NS.-Altherrenbund der Deutschen Studenten und des Sachgebietes Gartenbau der Reichsstudentenführung. Herausgeber: Professor Dr. C. F. Rudloff, Direktor der Versuchs- und Forschungsanstalt Geisenheim a. Rh. und Dipl. Landwirt Herbert Groß, Reichsfachgruppenleiter Landwirtschaft der Reichsstudentenführung.

Jeden Monat erscheint 1 Heft zum Preis von RM —.35;
Bezugspreis jährlich (12 Hefte) nur RM 3.60.

Wer die Schriftenreihe „Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau“ schätzen gelernt hat, wird gerne und mit großem Nutzen nach der gleichfalls von Professor Rudloff-Geisenheim betreuten, neugestalteten Zeitschrift „Geisenheimer Mitteilungen“ greifen. Sie dient der Fortbildung des Gärtners, indem sie in knapper, klarer Sprache fortlaufend ihm die für seinen Beruf wichtigsten neuen Erkenntnisse der gartenbaulich orientierten Wissenschaft und Technik vermittelt. Probehefte versendet auf Wunsch kostenlos der Verlag.

Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen. Ein Bestimmung- und Nachschlagebuch für Biologen, Pflanzenärzte, Gärtner und Gartenfreunde. Von Dr. Karl Flachs, Regierungsrat an der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München. Mit 173 Abbild. In Leinen geb. M 15.—.

„... Man kann mit Fug und Recht behaupten, daß der Verfasser das Zurechtfinden in seinem, eine so reiche Stofffülle bewältigenden Lehrbuche auch dem Nichtpflanzenarzt so leicht gemacht hat, als das nur irgend möglich ist. So wird es für jeden gerader eine Freude sein, das Buch benutzen zu können.“ Prof. Dr. Baunacke in „Die kranke Pflanze“, Dresden.

Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Herausgegeben von Dr. O. von Kirchner, früher Professor an der landw. Hochschule Hohenheim.

Erste Serie: **Getreidearten.** 24 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit kurzem Text. 2. Auflage. Preis in Mappe RM 14.40.

Zweite Serie: **Hülsenfrüchte, Futtergräser und Futterkräuter.** 22 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Preis in Mappe M 14.40.

Dritte Serie: **Wurzelgewächse und Handelsgewächse.** 28 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. W. H. Lang, Vorstand der Württ. Landesanstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim. Preis in Leinenmappe mit Text M 18.—.

Vierte Serie: **Gemüse- und Küchenpflanzen.** 14 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. W. H. Lang, Vorstand der Württ. Landesanstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim. Preis in Leinenmappe mit Text M 10.80.

Fünfte Serie: **Obstbäume.** 30 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit Text. 2. Auflage. Preis in Mappe M 16.20.

Sechste Serie: **Weinstock und Beerenobst.** Neue Auflage in Vorbereitung.

Pflanzenschutz nach Monaten geordnet. Eine Anleitung für Landwirte, Gärtner, Obstbaumzüchter usw. Von Prof. Dr. L. Hiltner. 2. Auflage. Von Dr. E. Hiltner neu herausgegeben und gemeinsam mit Dr. K. Flachs und Dr. A. Pustet neu bearbeitet. Mit 185 Abbild. Preis geb. M 9.—.

Von Professor Dr. G. Lüstner, Geisenheim a. Rh., sind erschienen:

Die wichtigsten Feinde und Krankheiten der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. 3. Auflage. Mit 190 Abbildungen. Geb. M 2.90.

Krankheiten und Feinde der Gemüsepflanzen. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. 3. Auflage mit 88 Abbildungen. Geb. M 2.20.

Krankheiten und Feinde der Zierpflanzen im Garten, Park und Gewächshaus. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. Mit 171 Abbildungen. Preis geb. M 5.80.

Die Obstbaumspritzung unter Berücksichtigung der Verbesserung des Gesundheitszustandes des Baumes und der Qualität der Früchte. Von Dr. E. L. Loewel, Leiter der Obstbauversuchsanstalt Jork, Bez. Hamburg. 3. neu bearbeitete Auflage. Mit 24 Abbild. Fr. RM 1.50, ab 20 Stück je RM 1.35.

Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Von Prof. Dr. F. Stellwaag, Vorstand des Instituts für Pflanzenkrankheiten, Geisenheim a. Rh. Mit 36 Abbild. RM 2.—, ab 20 Stück je RM 1.80.